<36604338520010

<36604338520010

Bayer. Staatsbibliothek

Physica. System. & method.
161.
Phys. 9. 331 (5
R

Collegii Soc. Jesu Monachii 1757

# Des Herrn NOLLETS,

Mitgliedes der königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris, der königl. Societät zu London, und des Instituti zu Bologna, königl. Prof. der Experimentalphysik im Navarrischen Collegio,

# Physikalische Lehrstunden,

## Fünfter Theil,

Nach der
vom Herrn Verfasser selbst durchgesehenen
Pariser Ausgabe
übersezt.

ERFURT,
verlegts Joh. Friedr. Weber, Univ. Buchhändler.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

# Vorbericht des Herrn Verfassers.

Da mein Buch bisher eine gütige Aufnahme gefunden hat, so suche ich es derselbigen noch fernerhin immer würdiger zu machen; ich sehe demnach, um die Drukfehler nach Möglichkeit zu verhüten, jedweden Theil, wenn er gedrukt oder neuaufgeleget wird, sorgfältig durch, und suche übrigens auch, was das Papier und die Kupferstiche betrifft, die Liebhaber zu vergnügen. Gleichwohl muß ich alle diese Bemühungen zu meinem grö-

gröſten Verdruſſe guten Theils ver=
eitelt ſehen; Denn es werden ſo=
wohl in Frankreich, als anderswo,
Abdrücke von meinem Werke ver=
kauft, die von Drukfehlern recht
wimmeln, und nur allzuſehr bezeu=
gen, wie ſehr es an denſelbigen Or=
ten, ſowohl an tüchtigen Kupferſte=
chern, als an genauen und verſtän=
digen Drukverbeſſerern fehle. Ich
erſuche demnach einen jedweden, der
ſich einen dergleichen elenden Nach=
druk angeſchafft haben möchte, die
Schuld nicht etwa mir zuzuſchrei=
ben, wenn er unverſtändliche, ver=
ſtümmelte, widerſinniſche Stellen,
und überhaupt Proben einer groſſen
Nachläßigkeit darinne antrifft.
Denn ich halte dergleichen Nach=
druk keinesweges vor meine Arbeit,
ſondern bekenne mich bloß zu dem=
jenigen, was unter meiner eigenen
Aufſicht, hier zu Paris bey Guerin
und Delatour gedrukt worden iſt.

Phyſi=

# Physicalische Lehrstunden,

## XV. Stunde
## Vom Lichte.

Je bessern Fortgang unsere Kenntniß der Natur gewinnet, desto grösseres Erstaunen verursachet uns die Menge und erhabene Beschaffenheit ihrer Wunder. Lezthin sahen wir, es bleibe mitten in einem verzehrenden und verwüstenden Elemente dennoch alles unversehret und in gehörigem Stande: Wir sahen, das Feuer sey mit jedwedem körperlichen Dinge innigst vereiniget, ohne daß es gleichwol das allergeringste aus eigenem Triebe zu Grunde richte-

te; denn es könne seine Kraft, welche vor sich selbst gleichsam schlafe, und keine hinlängliche Stärke besitze, auf keine andere Weise gereizet oder vermehret werden, als durch gewisse Mittel, davon unter allen belebten Geschöpfen, die ihre Wirkung empfinden, sonst keines als der einige Mensch Wissenschaft hat. Vorizt ist die Rede von einem flüßigen Wesen, das uns in einem Augenblicke aus der dickesten Dunkelheit in den unbeschreiblichen Zustand, den wir Hellung nennen, versetzet, das uns beynahe ein ganz neues Daseyn beyleget, ja gleichsam aus uns selbst ausgehen, in die Nähe der allerentferntesten Dinge schwingen, und mit ihnen bekannt werden läsſet. Ueber alle diese ungemeine Vortheile haben wir es dem Lichte auch noch zu danken, daß wir unsere Schritte mit Sicherheit vornehmen, ja überhaupt alle unsere Handlungen in der gebührenden Ordnung und Maasse vornehmen können. Das Licht schmücket alle Werke der Natur und Kunst mit Farbe und Glanz, es vervielfältiget das Weltgebäude, indem es dasselbige allem was Odem hat, aus einem andern Gesichtspunkte vorstellet.

Dieses wundersame und beynahe unerforschliche Wesen, das die Alten für eine Eigenschaft der Materie ausgaben, und das einige berühmte Gelehrte der neuern Zeit zwar nicht gänzlich bis zu dem Range eines Geistes zu erheben getraueten, gleichwohl aber zu einem Mitteldinge zwischen der Geister- und Körperwelt macheten, dieses Wesen, sage ich, dessen Natur und Fortpflanzung so schwer zu entdecken fället, unterwirft sich nichts destoweniger dem Ausmessen der Rechnung und den Versuchen

ohne

ohne Schwierigkeit, woferne anders man unter seinen Bewegungen nur diejenigen, welche unsern Sinnen am gemässesten sind, zum Untersuchen auswählen will. Müssen wir also gleich die Aufgaben einer blosen Neugierigkeit, mit Hülfe angenommener Sätze, und blos wahrscheinlicher Schlüsse auflösen, so können wir hingegen andere Fragen, daran uns mehr gelegen ist, aus einem festen Grunde und mit Gewißheit beantworten.

Um aber sowohl diese als jene in einer gewissen Ordnung vorzunehmen, so wollen wir erstlich untersuchen, was das Licht sey? wo es seinen Siz habe? und wie es sich aus seiner Quelle in den erleuchteten Raum ergiesse?

Nachgehends wollen wir sehen, was für einer Richtung es in seinen Bewegungen zu folgen pflege; Aus was für Ursachen es dieselbige ändere, und was für einen Weg es sodann erwähle.

Hernach wollen wir uns bemühen, die Theile, daraus es bestehet, voneinander zu trennen, und ihre Eigenschaften in diesem Zustande zu erforschen.

Den Beschluß widmen wir den hauptsächlichsten Wirkungen sowol des einfachen als zusammengesezten Lichtes, in Absicht auf das Auge, und auf die Mittel, dadurch das Sehen befördert oder vermehret wird.

# XV. Stunde.

## I. Abschnitt.

## Von der Natur des Lichtes, und seiner Fortpflanzung.

Durch das Wort Licht, verstehe ich das Mittel, dadurch die Natur eine gewisse schnelle und meistens angenehme Empfindung, die man Hellung nennet, im Auge erwecket, und uns bis auf eine gewisse Entfernung die Gestalt, Grösse, Farbe und Lage der ausser uns befindlichen Dinge zu erkennen giebt. Dieses Mittel nun, mag übrigens seyn was es will, so ist es doch sowohl von dem Auge, als von der Sache, die man siehet, unterschieden; Es verbindet gleichsam diese mit jenem, und erfüllet den Raum, der sie trennet, sowohl mit seinem Wesen als mit seiner Wirkung; denn ausser deme scheinet es mir unmöglich zu begreifen, wie ein Körper in den andern zu wirken vermöge.

Unterdessen muß eben dieses vermittelnde Wesen, das die Wirkung eines leuchtenden oder erleuchteten Körpers bis ins Auge überbringet, selbst etwas materialisches seyn; Denn wie könnte es sonst auf eine der blosen Materie eigene Weise, etwas thun oder leiden? Wie könte es von der sichtbaren Sache körperlich berühret oder beweget werden, und das Auge, dem es sich zu empfinden giebet, hinwieder berühren? Diese einzige Ueberlegung wäre schon hinlänglich, uns zu überzeugen, es müsse das Licht die Wirkung irgend einer in Bewegung gesezter Materie seyn; allein es erhellet eben diese Wahrheit auch sonst, auf dermassen vielerley Weise, daß

kein Mensch, woferne er nicht die allerunstreitigsten Sätze der Naturlehre verwerfen will, jemals daran zweifeln kann. Aus was für einer Ursache, zum Beyspiele, kann man nicht in die Sonne sehen? Warum können Leute, bey denen die Augen sehr zärtlich sind, nicht wohl mit offenen Augen auf Schnee oder weissen Erdboden gehen? Warum erwachet eine Person, welche in einem dunkeln Gemache zu schlafen gewohnet ist, eher als sie sonst pfleget, wenn keine Läden vor den Fenstern sind. Erhellet nicht aus allem diesem, das Licht berühre uns, es falle uns beschwerlich, es thue uns weh, wenn wir es zur Unzeit oder allzustark empfinden? Und kann wohl eine andere Substanz als eine Materie dergleichen Empfindungen an unserm Leibe verursachen? Nebst deme stehet es ja in unserm Belieben, das Licht in einen gewissen Raum einzuschliessen, zu vermehren und zu vermindern. Es geschiehet alle Tage, daß wir seine Bewegungen abmessen, anderswohin lenken, und verhindern: Wie könnten wir doch ein unmaterialisches Wesen auf dergleichen Art behandeln? Denn was unmaterialisch ist, das vermögen ja weder unsere Sinne noch unser Bemühen zu fassen.

Wir müssen demnach mit allen Naturforschern der neuern Zeit zugeben, es sey dasjenige, was einen Ort mit Hellung anfüllet, oder die daselbst befindlichen Dinge sichtbar machet, eine wirkliche Materie, die aber nach Beschaffenheit der Umstände, bald eine grössere, bald eine kleinere Wirkung erzeiget. Nur fraget es sich, was für eine Materie es

denn sey? und wie sie an den Ort, da man sie empfindet, gelange?

Es wird diese Frage nicht auf einerley Weise beantwortet. Nach des CARTESIUS und seiner streng-gen Anhänger Meynung, ist die eigentliche Materie des Lichtes ein unermeßlich grosses und flüßiges Wesen, das aus unsäglich kleinen und Kugelrunden Theilgen bestehet, und durch den ganzen Weltraum auf einerley Weise ununterbrochen ausgebreitet ist. Diese Materie nun, wird sowohl durch die Sonne, die in ihrem Mittelpunkte stehet, als durch die Fixsterne, welche gleichsam ihre Gränze ausmachen, ja auch durch alle auf unserer Erde und anderswo befindliche brennende Körper, in Bewegung gesetzet: Es ist aber die Bewegung, die sie bekommet, kein Versetzen aus einem Orte in den andern, sondern nur ein Zittern oder Beben, das demjenigen Beben der Luft, das den Schall verursachet, einigermassen ähnlich ist, und den Stern oder leuchtenden Körper zum Mittelpunkte eines erleuchteten Kreises machet, eben so wie eine Glocke, oder ein anderer klingender Körper, wenn er in Bewegung gebracht wird, die ganze rings um ihn her befindliche Luft bis auf eine grosse Entfernung erthönen machet.

Setzet man, gleichwie CARTESIUS wirklich thut, es berühreten die Theilgen des Lichtbringenden oder Lichtwirkenden Elementes, einander auf das genaueste, und wären äusserst hart, so folget ganz richtig daraus, es könne der Stoß eines leuchtenden Körpers in einem untheilbaren Augenblicke, bis in die weiteste Entfernung fortgepflanzet werden. Denn es mag eine Reihe solcher Kügelgen so lang

seyn als sie will, so muß in eben dem Augenblicke, da man das äusserste Kügelgen der Reihe anstösset, die Wirkung des Stosses sich an dem andern Ende zeigen, eben so, wie das eine Ende einer hölzernen oder eisernen Stange den empfangenen Schlag eines Hammers dem andern Ende ohne merkliche Verzögerung mittheilet, oder wie der Stoß einer angeschnelleten helfenbeinernen Kugel, eine grosse Menge ähnlicher Kugeln in einem Nun durchdringet, wenn sie nur einander berühren, und mit ihrem Mittelpunkte in einer geraden Linie liegen. Es stimmet dieser angenommene Saz mit der schnellen Bewegung des Lichtes sehr wohl überein. Denn wie wir sehen, so durchlauft es auf unserer Erde einen gewaltigen Raum in so kurzer Zeit, daß wir zum Ausmessen derselbigen beynahe weder Hofnung noch Lust mehr haben.

Also war des CARTESIUS Meynung von der Beschaffenheit des Lichtes, und von der Weise desselbigen, sich auszubreiten, beschaffen. Nun muste zwar diese Meynung seitdeme freylich einige Veränderung leiden, weil es gewisse seitdeme gemachte Entdeckungen also erforderten. Gleichwohl kann sie im Hauptwerke noch immer bestehen: Ja sie scheinet mir, was ihren Grund betrift, so ungezwungen, so wahrscheinlich und zum Erklären aller vorkommenden Umstände so bequem, daß sie vermuthlich der ganzen Welt eben also vorgekommen wäre, woferne nicht einige besondere Absichten eine Hindernis in den Weg geleget hätten. Vielleicht wäre ihr NEUTON selbst beygetreten; allein, entweder schien ihm die Ausfüllung des Weltraumes mit einer Wi-

derstandsfähigen Materie, das Lehrgebäude der anziehenden Kräfte aufzuheben, oder er getrauete sich nicht, frey heraus zu sagen, das Licht sey keines Widerstandes fähig.

Nach der Meynung dieses (a) berühmten Mannes und seiner Anhänger, ist das Licht ein wirklicher Ausfluß aus dem leuchtenden Körper. Die Sonne schiesset aus ihrer eigenen Substanz ohne Unterlaß Strahlen, die bis an das äusserste Ende des Weltgebäudes reichen, auf alle Seiten von sich. Die Theilgen, daraus besagte Strahlen bestehen, werden abgewechselt; es kommen ohne Unterlaß, und mit derjenigen Geschwindigkeit, die wir an dem Ausbreiten des Lichtes bemerken, andere an die Stelle der vorigen. Jedweder Fixstern schiesset gleichfals dergleichen Strahlen, in allen möglichen Richtungen, von sich. Vermöge dieses angenommenen Satzes wird eine angezündete Fackel die mitten auf einer grossen Ebene stehet, nur deswegen sichtbar, weil sie alle Augenblicke die Höhlung einer halben Kugel von etwa einer Meile im Durchschnitte, mit frischen Ausflüssen anfüllet.

Nach dieser Meynung ist also das Licht, oder dasjenige was uns eine Sache sichtbar machet, zuweilen eine himmlische Substanz, die aus irgend einem Gestirne herkommet, zuweilen aber eine irrdische Materie, welche von irgend einer Flamme zum Vorschein gebracht wird. Unterdessen mag sie entsprin-

gen

(a) Eben / diese Meynung hegete auch Gassendi und andere neuere vor Neutons Zeiten, und sie folgeten hierinnen dem Democritus und Epicurus.

gen aus welcher Quelle sie will, so strömet sie doch mit einer reisenden Schnelligkeit, die ihres gleichens nicht hat, dahin: ihre Bestandtheile trennen, verdünnen und verbreiten sich, bis endlich ihre Menge und Ausdehnung, in Betrachtung des kleinen Räumgens darinnen sie vorher stacken, und der kurzen Zeit darinn dieses alles vorgehet, einem Wunderwerke ähnlich wird.

Soll ich unter beeden Meynungen eine Wahl treffen, so gestehe ich frey heraus, die Wahrscheinlichkeit lenke mich auf die Seite der erstern. Gleichwohl hat sie Schwierigkeiten, die ich keinesweges zu verhehlen gedenke. Ich billige sie nur, in soferne man, nach Maasgabe der Beobachtungen und Versuche, wo es nöthig ist, einschränket und ändert, gleichwie CARTESIUS, wenn er besagte Beobachtungen, erlebet hätte, selbst gethan haben würde. Mit diesem Vorbehalte, schicket sie sich meines Erachtens weit besser, das Entstehen, Fortpflanzen und Wirken des Lichtes begreiflich vorzustellen, als man durch Hülfe unaufhörlicher Ausflüsse, die einander immer den Weg verrennen, zu thun vermag. Denn da muß man, um den Abgang der Sternsubstanz zu verhüten oder zu ersetzen, die seltsamsten Dinge ersinnen; man muß Sätze, davon die gesunde Naturlehre nichts wissen will, annehmen, um nur die widersinnigen Bewegungen, die einander entweder gänzlich aufheben, oder doch zu einer andern Richtung nöthigen müsten, zu vereinigen: Gleichfalls muß man der Materie ganz unerhörte und unbegreifliche Arten des Daseyns beylegen, um vor allen Dingen die erstaunliche Menge ausgeflossener Strahlen

womit nach so langer Zeit alle Planeten, wer weis wie hoch überdecket seyn müsten, wegzuschaffen, und hernach auch den Weltraum, durch welchen die Neutonianer ihre Lichtströme fortrauschen zu lassen genöthiget sind, leer zu machen.

Meines Erachtens stimmet es demnach mit den einmahl festgesezten Begriffen besser überein, man redet auch verständlicher, wenn man mit dem CARTESIUS saget: „Sowohl die sichtbaren Dinge als „das Auge, das dieselbigen sehen solle, sind mitten in „einer flüßigen Materie, welche von jenen zu diesem „ununterbrochen fortgehet: Diese vermittelnde Materie, ist einer gewissen Bewegung fähig, die aber „nur ihr allein eigen ist, und sonst nirgend als hinten im Auge empfunden, auch durch kein anderes Mittel, als durch flammende Körper erwecket werden kann. Sobald die Materie auf diese „Weise in Bewegung gebracht worden ist, wirket sie „in jedwedes gesunde Auge, das eine Stelle innerhalb ihres Wirkungkreises hat, und veranlasset da„durch die Seele (b) daß sie die Sache, welche Ursache dazu giebt, in einer gewissen Weite, und in „der Richtung der wirkenden Bewegung wahrnimmet und beurtheilet.

Zweifelt jemand daran, ob die Sache wirklich also vorgehe, so darf er nur überlegen, was bey einem andern Sinne, der uns gleich dem Gesichte, die

(b) Dieses leztere ist nemlich des Cartesius Meynung von der Gemeinschaft der Seele mit dem Leibe, sie träget aber weder zu Erklärung des Lichtes, das geringste bey, noch gehöret sie überhaupt in die Naturlehre.

die um uns befindlichen Dinge zu erkennen giebet, geschehe. Wie gehet es zu? daß wir es vernehmen, wenn uns jemand bey Nachtzeit von weitem zuruft? Werden etwa einige Lufttheile in dem Munde der rufenden Person schallend gemacht, fliegen hernach auf uns zu, und schreyen uns in die Ohren? dergleichen Begriffe machet sich kein Mensch. Man weis im Gegentheile, der schallende Körper setze bis auf eine grosse Weite alle Theilgen der rings um ihn befindlichen Luft in eine Bewegung oder in ein Beben, und weil besagte Lufttheilgen einander alle berühren, so werde die erwähnte Bewegung von ihnen bis an das Ohr fortgesetzet, das ist: es werde dem Ohre der entstandene Schall beygebracht. Solte uns dieses Beyspiel, daran kein Mensch zweifelt, nicht glaublich machen, es wirke der leuchtende Körper, eben so wie der schallende, nämlich vermittelst einer in Bewegung gesezten flüßigen Materie, in den äusserlichen Sinn?

Was ist denn aber diese subtile Materie, die uns allezeit und überal in einem Nun, aus der dickesten Finsterniß reissen, und mit dem hellesten Glanze umgeben kann?

Steiget die Wirkung des Feuers bis zum Entflammen, so lässet sie diese Materie in unserm Auge schimmern, ja sie erfüllet einen weit grössern Raum mit Hellung als mit Wärme. Hinwiederum wird die Kraft der Sonnenstrahlen, als der Hauptquelle des Lichtes, das unsere Erde bescheinet, durch Brennspiegel oder auf andere Weise vermehret, so erwärmen und entzünden sie alles, was in ihre Nähe kommet. Da nun das Licht brennet, und das Feuer leuchtet,

ist es nicht vernünftig zu glauben, daß nur ein einziges und eben dasselbige Element, sowohl eine als die andere Wirkung verursache. Denn daß sie nicht beede allemal zugleich da sind, das rühret daher, weil jedwede, ohnerachtet sie aus eben der Quelle als die andere herfliesset, zu ihrem Entstehen besondere Umstände erfordert. Diese Meynung stimmet mit der Einfalt und Sparsamkeit, die man bey allen Unternehmungen der Natur wahrnimmet, sehr wohl überein, wenigstens kann sie doch, ohnerachtet CARTESIUS Wärme und Licht von zwey unterschiedenen Elementen herleitete, für eine höchst wahrscheinliche Muthmassung gelten.

Man hält für richtig, es sey die Materie der Wärme fast in jedwedem zu unserer Erde gehörigen Körper gegenwärtig, darum weil ein solcher Körper sich merklich erhitzet ja gar entzündet, wenn er entweder äusserlich gehämmert oder gerieben, oder in eine innerliche Bewegung gebracht wird, gleichwie ich solches in der 13. Lehrstunde gezeiget habe. Demnach muß man auch für richtig halten, was so viele aus allen drey Reichen der Natur hergenommene Beyspiele beweisen, nämlich das Licht sey allenthalben, das ist: eben sowohl innwendig in den Körpern als ausser ihnen gegenwärtig, und es fehle ihm dazu, daß es unserm Auge fühlbar werde, weiter nichts, als eine gewisse Bewegung, und ein zum Fortbringen derselbigen bequemes Mittel. Einige unter besagten Beyspielen werden einem jedweden, der keiner vorgefasseten Meynung beypflichten will, hinlänglich zeigen, es käme eben dasjenige, was einen Körper äusserlich erleuchtet, auch in seinem innwendi-

wendigen eine Wärme erregen und unterhalten, nur müsse diese Wirkung durch einen günstigen Umstand veranlasset und befördert werden.

## I. Versuch.

### Anstalt.

Man schreibe mit einem solchen Phosphoro, davon ich in dem 4. Versuche der 13. Stunde geredet habe, grosse Buchstaben auf ein geschwärztes Kartenblat, und lege hernach das Blat in einen vollkommen finstern Ort.

### Erfolg.

Die Buchstaben leuchten. Bey warmem Wetter ist ihr Licht zwar heller, es verschwindet aber desto eher. Bey kalten oder feuchten Wetter dauert es länger, und lässet zuweilen eine Zeitlang nach. Soll es gänzlich verschwinden, so darf man nur stark mit dem Munde oder mit einem Blasbalge darauf blasen, wornach es von selbst wieder anglimmet. Das Reiben stärket seinen Glanz. Reibet man mit dem Finger und zu lange, so entzündet es sich so stark, daß es die Haut verbrennen und grosse Schmerzen verursachen kann. So lang als dieses Licht dauert, steigen aus den beschriebenen Plätzen beständig weißlichte Dünste auf, welche vollkommen wie der Phosphorus riechen.

## Ursache.

Die mit dem Phosphorus gezogene Buchstaben sind eine dünne Schicht von eben der Materie, daraus er selbst bestehet, und die an dem Kartenblate kleben blieb. Eben das Reiben, welches diese Materie von dem Phosphorusstücke absonderte, brachte zugleich auch das darinnen verschlossene elementarische Feuer zum Wirken, und weil die Theilgen eines Phosphorus allemal bereit sind, dieser Wirkung nachzugeben, sobald sie auf einer Fläche, die nichts als Luft über sich hat, ausgebreitet sind, und auf keiner Seite einigen Zwang leiden, so trennen sie sich, verfliegen, und lassen das wenige Feuer, das sie bey sich hatten, frey und unverdecket zurücke.

Eben diese dem Phosphorus eigene (c) Theile, dämpfen, woferne das besagte sanfte Ausbrechen geschehen ist, in einem weissen Dunste weg, zerstreuet sie aber vorher der Wind, so hat das glänzende Licht, das sie hervor bringen sollten, keine Statt, sondern die Buchstaben verschwinden so lange, bis andere Theilgen der Wirkung des innerlichen Feuers, das sie treibet, von selbst nachgeben, und aus keiner an-

(c) Ich verstehe hier unter den eigenen Theilen des Phosphorus die übrigen Materien, damit die Materie des Feuers vereiniget ist. Ich mache diesen Unterscheid blos um besserer Bequemlichkeit willen: Denn eigentlich ist das elementarische Feuer einer von den eigenen Theilen des Phosphorus, indem alle übrige Stücke, daraus man ihn zusammen setzet, ohne besagtes Feuer nie einen Phosphorus zuwege bringen würden.

andern als dieser Ursache sich von dem Kartenblate losmachen.

Daß aber dieses Verfliegen der Phosphorustheiligen durch eine innerliche Gewalt, nicht aber durch die Wirkung der Luft, die sie umgiebet, verursachet werde, das erhellet meines Erachtens deutlich genug daraus, weil besagtes Verfliegen im Luftleeren Raume weit geschwinder und stärker geschiehet, als in freyer Luft. Ich habe dieses durch öftere Versuche wahr befunden, wenn ich das beschriebene Kartenblat in zwo gleiche Helften schnitt, und eine davon unter eine wohl ausgepumpete Glocke, die andere auf den Tisch legte. Denn, leuchtete die letztere 25 Minuten lang, so war jene schon vor fünf bis sechs Minuten verloschen, hingegen glänzte ihr Licht bey seiner kürzern Dauer, desto stärker.

Die Wärme muß eben diejenige Wirkung erzeigen als der Luftleere Raum, gleichwie mich die Versuche gleichfals gelehret haben. Wird nämlich der Druk der Luft aus dem Wege geschaft, so ist eine Hindernis weniger da. Die an dem Kartenblate klebende Phosphorustheiligen haben sodann desto mehr Freyheit, dem Triebe der Kraft, die ihre Vereinigung zerstören will, nachzugeben, und sich wirklich voneinander zu trennen. Auf gleiche Weise wächset in dem Orte, da man die Versuche anstellet, die Wärme um einige Grade, so bekommet das innerliche Feuer der Phosphorustheiligen, das ausbrechen will, desto mehr Kräfte. Dergestalt muß in einem Falle sowohl als im andern das Leuchten der Buchstaben zwar eine grössere Lebhaftigkeit zeigen, aber auch geschwinder aufhören.

Das

Das Reiben thut noch mehr; es reizet nicht nur das Feuer der zu oberst liegenden Theile, welche das Ankleben am Kartenblate am leichtesten überwinden können, sondern es thut auch ein gleiches bey den unter ihnen liegenden und fester anklebenden Theilgen. Ist nun die aufgestrichene Materie etwas dik, so muß allerdings eine merkliche Hitze entstehen, nicht nur deswegen, weil eine grössere Menge Feuer in Bewegung gesetzet wird, sondern auch, weil die Bewegung selbst heftiger ist. Es findet nämlich das elementarische Feuer, das die Bewegung empfänget, schwerere Hindernisse zu überwinden, gleichwie ich dieses in den beeden vorigen Lehrstunden gezeiget habe.

Wir können also sagen, wenn das elementarische Feuer sich selbst und ohne fremdes Anreizen aus der dem Phosphoro eigenen Materie losmache, so habe es deswegen gemeiniglich keine merkliche Hitze, weil es zum Zersprengen und Verjagen seines Behältnisses keine grosse Kraft anwenden dürfe. Aber ohnerachtet es sodann in andere Körper nicht merklich wirken kann, so ist doch seine Kraft stark genug, in eine ihm ähnliche Substanz zu wirken, ohne Zweifel deswegen, weil die Theile einer solchen Substanz zu derjenigen Bewegung, davon das Feuer belebet wird, ungemein aufgeleget sind. Kaum befindet es sich demnach in Freyheit, so beweget es die rings herum befindliche Materie des Lichts auf seine Weise, und bis auf eine gewisse Weite. Da nun besagte Materie ohnunterbrochen bis in das Auge fortgehet; das Auge aber den gehörigen Grad der Empfindlichkeit von der Natur empfangen hat, so spüret es die Bewegung

wegung der Lichtmaterie eben so lange, auch in eben solcher Ordnung, als die Feuertheilgen auf dem Kartenblate schimmern.

## II. Versuch.

### Anstalt.

Man findet hin und wieder in Italien, absonderlich aber in der Gegend um Bologna einen Stein, der gemeiniglich die Grösse eines Hühnereyes, eine ohngefähr runde Gestalt und graue Farbe hat, nach seinem übrigen Wesen aber spathig ist. Dieser Stein nun, oder auch ein anderer der seine Stelle vertreten kann, wird über einen Kohlenfeuer zu Kalche gebrennet, und in einer mit Cattun oder Flanell ausgefütterten Schachtel verwahret. Will man einen Versuch damit anstellen, so leget man den Stein einige Minuten lang unter freyen Himmel, doch lieber in Schatten als in die Sonne, und besiehet ihn nachgehends in einem verschiossenen und recht finstern Orte, der Versuch gehet desto besser von statten, wenn der Zuschauer die Augen vor dem Betrachten eine Zeitlang zugeschlossen hält, oder einige Minuten lang im Finstern zubringet.

### Erfolg.

Wenn der Stein aus der freyen Luft ins Dunkele gebracht wird, so leuchtet er wie etwa glühendes Eisen, das zu erkalten beginnet. Das Leuchten dauert einige Minuten

lang, vermindert sich allmählig, und verschwindet zulezt gänzlich.

Weder der Bologneserstein, (d) noch ein anderer von gleicher Eigenschaft, äussert währenden Leuchtens die geringste merkliche Erhitzung. Leget man ihn in die Sonne, oder erhitzet ihn am Feuer, so nimmet er gemeiniglich ein schwächeres Licht, an sich, als ihm die blosse Hellung des Tages beyzulegen pfleget.

Hat man dergleichen Steine sehr oft gebrauchet, oder sie lange Zeit unbedecket an einem hellen Orte stehen lassen, so verliehren sie ihre leuchtende Eigenschaft allmählig, erlangen sie aber durch frisches Brennen von neuem.

Gleich nach der Zubereitung, ja so lange als man Versuche mit ihnen anstellen kann, geben sie einen schwefelichten Geruch von sich, ohnerachtet sie bey dem Ausgraben aus der Erde dergleichen nicht haben.

Ur=

(d) Die verschiedene Weise den Bologneserstein zu bereiten, gleichwie auch was für andere Steine man an seine Stelle setzen könne, habe ich vorizt eben so wenig als bey anderer Gelegenheit im gegenwärtigen Werke beyzubringen für nöthig erachtet, weil ich gesonnen bin, alle Anstalten und Zubereitungen, welche eine allzuweitläuftige Beschreibung erfordern, in einem eigenen Buche vorzutragen. Wer übrigens den gegenwärtigen Versuch zu wiederhohlen beliebet, der findet alle dazu gehörige Umstände in des Lemery Cours de Chymie S. 818. und in den Mem. de l'Acad. des Sciences vom Jahre 1730. S. 524.

## Ursache.

Der Geruch, den der Bologneserstein im Feuer an sich nimmet, beweiset zur Genüge, es sey der in ihm vorhandene Schwefel von seinen übrigen irrdischen oder andern Bestandtheilen dergestalt abgesondert worden, daß er ohne Mühe bis an die freye Luft durchbrechen kann. Diese feingemachte Schwefeltheiligen halten, gleich den übrigen, Feuer in sich, nur mit diesem Unterscheide, daß sie wegen ihrer Beschaffenheit dem Bemühen dieses Elementes, sich auszubreiten, ungemein gerne nachgeben, folglich ihrer Entzündung fast gar keine Hinderniß in den Weg legen. Daher ist die allerschwächeste Hellung des Tages schon hinlänglich genug, sie in Brand zu bringen.

Man kann also das röthliche Licht, damit der Bologneserstein leuchtet, für eine sehr zarte Flamme ansehen, die in den Zwischenräumgen der verkalchten Materie brennet, und durch die einigermassen durchsichtige irrdische Theilgen schimmert. Eine dermassen zarte Flamme kann nicht die geringste merkliche Hitze verursachen; sie ist ein Feuer, das beynahe ohne allen Widerstand ausbricht. Nach einigen Minuten verlöschet sie, darum, weil die entzündeten Theilgen verflogen sind, und weil dieses Feuer zum Entzünden anderer weiter unten liegende Theile, nicht Kraft genug besitzet.

An statt daß der Stein um so viel stärker leuchten sollte, wenn er vorher an der Sonne, oder bey einem starken Feuer lag, so scheinet es vielmehr, als ob der Glanz seines Lichtes durch diesen Umstand

nur vermindert würde. Vermuthlich verfliegen sodann auf einmahl allzuviele brennbare Theiligen von seiner Oberfläche; vielleicht auch, werden durch das Erhitzen des Steines seine gröbere Theile erschüttert, und dadurch die regelmäßige Bewegung, welche zu dem Leuchten erforderlich ist, verhindert.

Dagegen ist es vielleicht einem langsamen Verfliegen der brennbaren Theile an der Oberfläche zuzuschreiben, daß der Stein die leuchtende Eigenschaft mit der Zeit verliehret. Zum wenigsten scheinet diese Muthmassung deswegen erlaubt zu seyn, weil er sie vermittelst des Einwickelns in Baumwolle desto länger beybehält; denn es scheinet, als ob das Einwickeln und Verdecken vor dem Tagesschein diejenige Entzündung, dadurch die leuchtende Materie fortgejaget wird, verhindere, hingegen aber ein neues Verkalchen ihm die verlohrne Eigenschaft deßwegen wieder beylege, weil die Gewalt des Feuers frische Schwefeltheiligen aus seinem Innersten bis an seine Oberfläche treibet.

# III. Versuch.

## Anstalt.

Man halte recht weiß gewaschene, wohl getroknete, ziemlich feine und glatte Leinwand so lange ans Feuer, bis sie recht heiß wird, sodann gehe man geschwinde damit in ein ganz finsteres Zimmer, und streiche sie entweder stark mit der Hand, oder ziehe sie zwischen den Fingern durch. Trockenes und kaltes Wetter ist zu

diesem

diesem Versuche bequemer als feuchtes und warmes.

## Erfolg.

Es scheinet als ob Funken aus der Leinwand sprizeten. Auch siehet man da, wo man stark mit der Hand gestrichen, oder die Finger beym Durchziehen fest angeleget hat, leuchtende Flecke und Streifen an dem Tuche.

## Ursache.

Die Leinwand hat eben sowohl als alle andere Körper, etwas von dem Elemente, welches die Sachen leuchtend oder sichtbar machet, in sich, nur wird dasselbige von der eigenen Materie der Leinwand fest gehalten, und ist gleichsam in sie eingewickelt, daher hat es Hülfe nöthig, wenn es durchbrechen und äusserlich erscheinen soll. Die Wärme bahnet ihm vorläufig den Weg, das Reiben thut das übrige.

Man könnte auch sagen, wenn das Tuch nahe ans Feuer gehalten wird, so hiengen sich Feuertheiligen daran, die noch in der verfliegenden brennlichen Materie stäcken, und denen zum Ausbrechen weiter nichts, als die Vermehrung ihrer Kraft um einige Grade fehle. Diese Kraft nun lege ihnen das Bereiben und Streichen bey.

Doch dem sey wie ihm wolle, so sind doch die Funken und leuchtende Streifen an der Leinwand wahrscheinlicher Weise nichts anders als Feuer, darum, weil die Wärme die Vorbereitung zu ihrem Erscheinen machet, und weil sie gleich dem Feuer,

durch Reiben aus ihrem Behältnisse heraus gelocket werden. Nur sitzet dieses Feuer in den weitesten Zwischenräumgen der Leinwand, auch nur an ihrer Oberfläche, entzündet sich ungemein leicht, und verflieget deswegen auch, ohne etwas zu verbrennen, noch eine merkliche Wärme zu erwecken.

## Nutzen.

Ein solcher Körper, der ohne äusserliches Anzünden im Finstern leuchtet, wird ein Phosphorus genennet. Ehemahls kennete man nur gar wenige dergleichen Körper. Allein, seit ohngefehr hundert Jahren, da man die Naturlehre durch Erfahrungen und Versuche zu erweitern anfieng, hat man sie dermassen oft, und in solcher Menge angetroffen, daß ihre blosse Beschreibung ein ganzes Buch anfüllen würde. Wiewohl ich nun, um das Hauptwerk nicht allzuweit aus dem Gesichte zu verliehren, vorizt nicht umständlich davon reden kann; so muß ich doch das merkwürdigste um so vielmehr in einem kurzen Auszuge beybringen, weil es zu dem allerdeutlichsten Beweise des vorgetragenen Satzes dienet, es sey nämlich die Materie des Lichts nicht nur in jedwedem Körper, und in jedwedem Raume vorhanden, sondern sie sey auch mit demjenigen, was wir vorhin das elementarische Feuer nenneten, gänzlich einerley. Denn es giebt wenige dergleichen Körper, bey denen man nicht eben die Gründe, daraus ich die vorigen drey Versuche erklärete, auf eine meines Erachtens sehr wahrscheinliche Weise anbringen könnte.

Die leuchtenden Körper sind überhaupt von zweyerley Gattung. Einige leuchten ohne alle Zubereitung von freyen Stücken, oder sie erlangen doch wenigstens die Fähigkeit zu leuchten aus sich selbst, und diese nennen wir natürliche; Andere hingegen werden durch Mittel, welche die Kunst erfunden hat, zum Leuchten gebracht, und diese nennen wir künstliche. Sowohl diese als jene sind in allen drey Reichen der Natur anzutreffen.

Jedermann kennet hier zu Lande ein gewisses kriechendes Ungeziefer, das bey Nachtzeit im freyen Felde glänzet, und insgemein Johanneswürmgen genennet wird. Es ist dieses Thier das Weibgen eines gewissen braunen geflügelten Käfers (e) welcher an dem Glanze seines Gattens, daran es ihm selbst bey nahe gänzlich fehlet, den Ort da er ihn suchen soll, erkennet. Der Wurm leuchtet nicht am ganzen Leibe, sondern nur unten am Bauche, wo die Haut durchsichtig ist. Das Licht selbst rühret von einer flüßigen Materie in seinem Eingeweide her, und dauert nach dem Ausdrücken derselbigen noch einige Minuten lang. Gleichwohl sollte man glauben, das Thier könne nach Belieben entweder glänzen oder nicht; denn zuweilen schimmert es stärker, zuweilen schwächer, zuweilen gar nicht. Ich glaube also, weil der Phosphorus dieses Thieres dem Willen desselbigen unterworfen ist, so bestehe er aus einer solchen Materie, daraus das ein-



(e) Käfer nennet man überhaupt das Ungeziefer mit harten Flügeldecken. Also ist, zum Beyspiele, der Schröter ein Käfer.

geschlossene Feuer ohne Schwierigkeit brechen kann, es sey folglich dieses Feuer dermassen leicht rege zu machen, daß zu seinem Entzünden weiter nichts erfordert wird als das Daseyn einer ihm ganz ähnlichen Materie von aussem.

Eben dieses glaube ich auch von einer Menge anderer Thiere die im finstern leuchten. Denn man findet dergleichen überall, und es hat jedwedes bewohnbare Element die seinigen. In der mitternächtigen Gegend von Europa, ja auch mitten in Frankreich, kriechen sie sämtlich auf der Erde herum. Aber in Spanien, Wälschland, Sicilien, ja so gar im südlichen Theile Frankreichs, schwärmet in den Sommernächten die ganze Luft voll Funken. Dieser Anblik, der einen Ausländer in die gröste Verwunderung setzet, hat seinen Ursprung von einem Käfergen (f) das dem vorhin erwähnten Männgen unserer Johanneswürme nicht unähnlich siehet. In manchem Jahre vermehret sich diese Ungeziefergattung erstaunlich. Ihr Licht kommet aus dem Bauche, es dauert beständig, und scheinet so helle, daß mir zwey bis drey solche Thiergen, wenn ich sie in eine gläserne Röhre schloß, alle im Gemache befindliche Sachen in der finsersten Nacht deutlich sichtbar machten. Flieget das Thier, oder man reizet es, so scheinet sein Licht noch heller, und schiesset gleichsam Strahlen von sich. Diesen Umstand hatte vermuthlich VALLISNIERI im Sinne, wenn er saget: in seinem Lande habe das leuchtende Ungeziefer wegen des hellen Glanzes und der Gestalt seines

(f) In Wälschland nennet man es Lucciola.

nes Lichtes viele Aehnlichkeit mit den Sternen am Himmel. (g)

Was ich mit den wälschen Leuchtkäfern als einen Versuch vornahm, das thun die Bauern in den Antilleseylanden und andern indianischen Gegenden aus Gewohnheit und um ihrer Bequehmlichkeit willen, nur aber gebrauchen sie ein weit grösseres Thiergen dazu, das ein weit helleres und dauerhafteres Licht von sich wirft. Es ist eine grosse Fliegengattung, welche die Frau MERIAN unter dem surinamschen Ungeziefer beygebracht, der Herr von REAUMUR aber noch ausführlicher beschrieben hat. (h) Die Landeseinwohner leuchten sich nach des Pater DU TERTRE Berichte (i) damit, nicht nur wenn sie gehen, sondern auch wenn sie arbeiten. Eine solche Fliege bleibet ohngefehr vierzehn Tage lang brauchbar, sodann fänget man sich eine frische.

Dem Meere fehlet es an ähnlichen Wunderthieren im geringsten nicht. Man siehet dergleichen Feuer mitten im Wasser schimmern. Ohne der langen Rizmuschel, (Pholas) noch anderer, seit langer Zeit zu dem Range der Leuchtkörper erhobenen Schalenfische zu erwähnen, so habe ich erst vor weniger Zeit selbst beobachtet, es wimmele der Strand des adriatischen und mittelländischen Meeres im Sommer von Thiergen, welche zwar kleiner als ein



(g) Non mancondovi luminosi viventi, delle vere stelle nella figura è nella luce gentilissimi imitatori. Raccolta di varie osserv. S. 217.

(h) Hist. des Insectes Tom. V. S. 192.

(i) In seiner Beschreibung der Antilleseylande.

Stecknadelkopf sind, dennoch aber bewundernswürdig funkeln. Man siehet sie absonderlich in grosser Menge in den Lagunen zu Venedig, an solchen Stellen, wo Moos oder Seegras (alga marina) wächset. Hier entdeckete ich sie im Jahre 1749. als ich mit grossem Fleisse zu erforschen suchte, woher doch die vielen Funken entstünden, die ich des Abends, wenn man ruderte, wenn Gondoln voreinander vorbey fuhren, und wenn die Wellen an eine Mauer schlugen, wahrnahm. Es war mir aber, wie ich nachgehends erfuhr, der Herr VIANELLI, Doktor in der Arzeneykunst, zu Chioggia in dieser in dieser Entdeckung zuvorgekommen. Er ließ auch wenige Monathe nach meiner Abreise von Venedig eine Schrift (k) drucken, die ich nachgehends zu lesen

(k) Nuove scoperte intorno le luci notturne dell' aqua marina &c Venedig 1749. Wer die zehende Seite der Vorrede lieset, der könnte auf die Gedanken kommen, ich hätte nicht eher gewust, daß das nächtliche Wasserleuchten zu Venedig von einer gewissen Ungeziefergattung herrühre, als bis ich von des Herrn Vianelli Entdeckung Nachricht erhalten. Es ist aber der genauesten Wahrheit gemäß, daß ich nicht eher als nach meiner eigenen Beobachtung etwas davon gehöret habe, und zwar in der Behausung des Herrn Cardinals Quirini und in Gegenwart acht bis zehn Personen, die es im Falle der Noth allemahl bezeugen würden Ich bin von dem Herrn Vianelli versichert, er würde mir die Mühe, diese Anmerkung hieher zu setzen, sehr gerne erspahret haben, wenn ihm die eigentliche Beschaffenheit der Sache bekannt gewesen wäre, ja ich hätte es gänzlich unterlassen, wenn es auf nichts anderes, als meinen Antheil

sen bekam, und darinnen eine Abbildung des Thieres stehet. Ich glaube, es gehöre unter das Geschlecht der Tausendfüsse, unterdessen da ich es nur durch ein Augenglas betrachten konnte, und mir die nöthige Bequemlichkeit zu einer genauen Untersuchung fehlete, so kann ich nicht versichern, ob ich das alles, was Herr VIANELLI abbildet, gesehen habe.

Die Natur hat nicht nur, wie die angeführete Beyspiele beweisen, einige Thiere auf Lebenszeit mit der Eigenschaft zu leuchten begabet, sondern es scheinet auch, als ob diejenigen, welche in ihrem Leben nicht das geringste Licht von sich warfen, diese Gabe erst nach ihrem Tode, wenigstens doch, so viel einige Gliedmassen betrifft, erhielten, sodann nämlich wenn die Gährung oder Fäulung bis auf einen gewissen Grad steiget, und die in besagten Gliedmassen vorhandene Materie des Lichts in den Stand sich loszumachen und unverdekt zu erscheinen setzet. Es ist wohl ehe zu Orleans auch anderswo geschehen, daß alles im Schlachthause liegende Fleisch leuchtende Flecken bekam, den Leuten wegen seines Genusses Bedenklichkeit, und der Obrigkeit Nach-

den-

Antheil an dieser Entdeckung nicht zu verliehren, ankäme; Allein ich will nicht dafür angesehen seyn, als ob ich mir fremde Entdeckungen zueignen wollte, gleichwie jedermann mit allem Rechte von mir glauben könnte, wenn ich vor meiner eigenen Beobachtung des leuchtenden Ungeziefers etwas davon gewust, oder auch, als ich meiner Entdeckung erwähnete, dem Herrn Vianelli nicht alle, worauf er bey dieser Sache Anspruch machen kann, überlassen hätte. Man sehe die Mem. de l'Acad. des Sciences. 1750. S. 59.

denken verursachete. Leuchtende Fischschuppen sind in dem Rinnsteine grosser Küchen nichts seltenes. Die Katzen und andere Thiere funkeln, wenn sie mit der Hand gestrichen werden, absonderlich im Winter. Manche Personen sehen, ja hören Feuerfunken aus ihrem Haare springen, so oft sie sich im Finstern kämmen. Aus einer ähnlichen Ursache rühret die furchtsame Einbildung der Stallknechte her, wenn sie sagen, die Hexen striegelten ihre Pferde. In den ältesten Zeiten war es schon aus der Erfahrung bekannt, daß lebendige Körper zuweilen gewisse fette oder geistige Dämpfe ausdünsten, die sich gleichsam von selbst entzünden, und ein höchst zartes Feuer, das blos an seinem Lichte merklich fället, hervorbringen. Es ist unter dem Nahmen ignis lambens sowohl den alten als neuen Schriftstellern bekannt. (l)

Wollen wir aus dem Thierreiche zu den Pflanzen gehen, so werden wir gleichfalls eine grosse Anzahl von Natur leuchten sehen. Wem ist es unbekannt, daß zartes und abgestandenes Holz, wenn es bis auf einen gewissen Grad faulet, sich gleichsam bey Tage voll Licht sauge, und die ganze Nacht über damit

(l) Virgil. Aeneid. Lib. II.

Ecce levis summo de vertice visus Juli
Fundere lumen apex, tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas & circum Tempora pasci.

Ganz besondere Beyspiele dergleichen leuchtender Dünste findet man bey Vallisnieri t. 3. S. 212. f. ingleichen in einer Schrift des Ezechiel de Castris, welche den Titel führet: ignis lambens.

damit prange. Ja, nach dem Berichte einiger berühmter Männer, (m) ist dieses in Norden etwas so gewöhnliches, daß die Reisenden, um bey der Nacht sicher zu gehen, ihre Wegweiser mit einem solchen Stücke Holz woran treten, und sich leuchten lassen.

Man hatte diese Eigenschaft nur an gar wenigen unter dieses Geschlecht gehörigen Materien bemerket, ehe Herr BECCARI, Prof. der Chymie und Mitglied des Instituti zu Bologna auf die Muthmassung gerieth, sie möchte wohl einer weit grössern Anzahl, obgleich mit einigem Unterscheide des Grades, der Dauer und Stärke, eigen seyn. Das Kunststük, das dieser scharfsinnige Mann, um die Sache zu erfahren, erdachte, verdienet, daß ich es anführe. Er ließ sich einen hölzernen Verschlag, den man von einem Orte zum andern tragen, und vor dem Licht auf das festeste verschliessen konnte, machen. An einer Seite desselbigen war ein solcher Drehladen wie die Nonnenklöster haben, angebracht: dergestalt konnte er nicht nur lange Zeit im Finstern bleiben, und seine Augen an die Empfindung eines schwachen Lichtes gewöhnen, sondern auch jedweden Körper, den er auf die Probe stellen wollte, beynahe augenbliklich aus dem hellesten Sonnenlichte in die vollkommenste Dunkelheit bringen, welche Umstände bey dergleichen Versuchen, alle beede höchst nöthig sind.

Auf diese Weise entdecket Herr BECCARI es sey trockenes Tannenholz, so wie es verarbeitet wird, im-

(m) Olaus Magnus, Oviedo u. s. w.

ingleichen allerley weißlichte Rinden der Bäume und Pflanzen, ferner Baumwolle, ausgelaugtes Pflanzensalz, Weinstein, Zucker, weisses Wachs, und absonderlich Papier, ein natürlicher Phosphorus, der sich an der Hellung des Tages entzünde, und einige Minuten lang im Finstern fortleuchte, wiewohl nicht so stark als faules Holz.

In eben dergleichen Untersuchung nahm er auch die Materien aus dem Thierreiche, und die Fossilien, wiewohl ihm, was die leztern betrifft, BOYLE und DU FAY einigermassen vorgearbeitet hatten. Denn jener kam zufälliger Weise zu einem Diamante, welcher leuchtete wenn er aus dem Tagelichte ins Dunkele gebracht wurde. Er untersuchte ihn auf allerley Weise, und gab eine eigene Schrift (n) voll merkwürdiger Beobachtungen davon heraus. DU FAY trieb die Entdeckung mit Hülfe nur besagter Begebenheit und einiger neuern Erfahrungen verschiedener Personen, um ein ziemliches weiter, und zeigete, es hätten beynahe alle Diamante, absonderlich die gelben, ingleichen auch andere ächte Steine, die Eigenschaft im Dunkeln zu leuchten an sich.

Indem nun Herr DU FAY sahe, es nehme die Menge der von Natur leuchtenden Körper kein Ende, so ermahnete er alle Naturforscher, sie möchten ihm in seiner Bemühung, die Früchte eines unermeßlichen

(n) Adamas lucens. Der Diamant gehörete dem Hrn. Clayton, und wurde von K. Karl II. als eine Seltenheit erkauft. Uebrigens taugte er wenig, und hatte ein sehr schlechtes Wasser.

lichen Feldes einzuernden, hülfliche Hand leisten. Vermuthlich wurde Herr BECCARI durch diese Aufmunterung angereizet, daß er seine bereits angefangene Untersuchungen desto eifriger fortsetzete. Man siehet aus seinem vortreflichen Buche, (o) daß allerley Erde und Sand-Gattungen, ingleichen harte, weiche, durchsichtige und undurchsichtige, gebildete und andere Steine, ferner Steinwuchs, versteinte Thiere, Salz u. a. m. stärker oder schwächer im Dunkeln leuchten, wenn sie vorher an der Sonne gelegen sind.

Als er das Thierreich durchgieng, fand er, daß Knochen, Zähne, Bezoar, Nieren- und Blasensteine, ingleichen die Steine aus Fischköpfen, absonderlich aber Eyerschalen, auf gleiche Weise schimmern. Nimmet man also die Metalle, und was Metallartig ist, ingleichen Körper von einer dunkeln Farbe aus, so werden wenige Körpergattungen in der Natur übrig seyn, die nicht Beyspiele leuchtender Körper lieferten. Ich rede mit Vorsatze von Beyspielen. Denn es hat nicht allemahl die ganze Gattung diese Eigenschaft, sondern zuweilen nur einige einzelne Stücke. Also leuchten nicht alle weisse Diamante, und die es thun, lassen nichts besonderes, daraus man diese Wirkung herleiten könnte, an sich wahrnehmen.

Von

(o) De quamplurimis phosphoris nunc primum detectis commentarius. Bonon. 1744. Es muß eine Fortsetzung dieses Werkes vorhanden seyn, welche in den academischen Versammlungen des Instituti bereits abgelesen worden.

Von den natürlichen Phosphoris wollen wir auf diejenigen, welche uns die Kunst liefert, kommen. Diese nun hat ihre Bemühung gleichfalls bey allen drey Reichen angewendet. Die Weise wie man eine Materie leuchtend oder zum Leuchten geschikt machet, ist hauptsächlich dreyfach. Zuweilen ist es schon genug, wenn sie erwärmet, getroknet, oder bey mäßigem Feuer, das ihre sichtbare Eigenschaften nicht sonderlich verändern kann, bähet. Zuweilen geschiehet eben dieses durch ein starkes Rösten oder Verkalchen, das dem Körper zwar seine Gestalt lässet, gleichwohl aber in allen seinen Theilen, auch den kleinesten, eine merkliche Veränderung wirket. Endlich so geschiehet das Zubereiten auch durch Auflösen, Vermischen, und sodann durch die Gewalt eines heftigen Feuers, auf welche Weise gleichsam die Natur dieser Materie verändert, und ihnen eine neue Gestalt beygeleget wird.

Vermittelst des ersten Weges hat Herr BECCARI eine Menge Materien die von Natur nicht leuchten, dazu gebracht. Auch unter denen, welche diese Eigenschaft ohnehin schon besitzen, glänzeten manche nach einigem Erwärmen, nach dem Troknen oder Bähen weit heller als sonst. Dahin gehöret das Fleisch von Geflügel, ingleichen Knochen, Nerven und geronnene Säfte, als zum Beyspiele Ochsen- und Fischleim, Käse, u. s. w. Ferner aus dem Pflanzenreiche, Mandeln, geschälte Castanien, Bohnen, Brodbrosamen, ja auch Caffee, nur muß er nicht, wie sonst gewöhnlich ist, braun geröstet werden. Doch das allermerkwürdigste ist, was mit dem Papiere vorgehet. Lag eine erwärmete metallene

lene Platte einige Minuten lang darauf, so erscheinet ihr Bild im Dunkeln ungemein glänzend, ja dermassen richtig abgedrucket auf dem Papierblate, daß man vermittelst ausgeschnittenen und erwärmeten Kupferplatten alle beliebige Figuren leuchtend vorstellen, und auf diese Weise manchem, der nichts von dem Kunststücke weis, einen Schrecken einjagen könnte.

Der Bologneserstein ist das erste Beyspiel, und gleichsam der Stammvater aller Körper, die man durch bloses Verkalchen leuchtend machet. Diese Entdeckung, welche ein Werk des blosen Zufalles war, sezte die Naturforscher in solche Verwunderung, daß darüber eine Menge gelehrte Schriften ans Licht kamen. Allein, wie es zu gehen pfleget, allmählig wurde das Wunder etwas altes. Man sahe sich unter ähnlichen Materien nach einem neuen um, und fand es im Lande selbst. (p) Endlich wurde etwas gemeines daraus. DU FAY wies in der oben angeführten Schrift, es erzeige der Topas, der Spezereyhändler, der Belemnit, Alabaster, Marmor, Gips, ingleichen zarte versteinte Muscheln, Kalchsteine, ja beynahe überhaupt alle Steine, die ein sauerer Geist auflösen kann, ohngefehr eben die Wirkung als der Bologneserstein, zwar glänzeten sie nicht alle, weder mit einem so hellen noch so dauerhaftigen Lichte, als er, doch werde ihre Kraft gleich der seinigen durch frisches Ausglühen erneuert.

BAL-

(p) Mentzelius Sect. 2. cap. 5. zählet fünf Gattungen im Bolognesischen Gebiete.

BALDUIN, ein teutscher Chymicus, erfand eine gewisse Materie, entweder zufälliger Weise, oder mit Vorsatze, und beschrieb zwar ihre Wirkungen, (q) als den Wirkungen des Bologneserſteines sehr ähnlich, redete aber von der Sache selbst dermassen dunkel, daß man sie bloß errathen muste. Es bemüheten sich die grossen Meister damit, und endlich erfuhr man von KUNCKELN u. s. w. wenn man Kreide in Scheidewasser auflöse, abrauchen lasse, und verkalche, so habe man einen Phosphorum, von gleicher Wirkung, als des BALDUINS sein sogenanntes Phosphorus hermeticus war.

Mit diesem Schlüssel gieng Herr DU FAY viel weiter, die Phosphori von dieser Art erwuchsen unter seiner Hand zu einer solchen Menge, daß er für das kürzeste erachtete, nur die Materien, die man ausnehmen müsse, zu nennen. Er sagt: „Wenn „ich die harten Steine ausnehme, die kein sauerer „Geist bezwingen kann, als Agath, Jaspis, Kiesel, „Porphyr, Kies, Sand, Berg- und isländisch Cry„stall, Flußsand, Spekstein, Schiefer, Talk und E„delgesteine, welche alle miteinander ich nicht zum „Leuchten bringen konnte, so ist vielleicht kein einzi„ger Stein der nicht leuchte, entweder durchs Ver„kalchen, oder durch die von mir beygebrachte Zube„reitung, oder auch durch beede Wege. Mem. de „l'Acad. 1730. S. 528.

„Wie sehr würden nicht, saget eben dieser Ge„lehrte, vorizt diejenigen erstaunen, welche von der „wunderbaren Eigenschaft des Bologneserſteines gan-

(q) In app. ad ann. 4. & 5. natur. curiol. S. 172.

„ganze Bücher schrieben, wenn sie sähen, daß es bey „nahe unmöglich falle, eine Materie, welche nicht „eben dieselbige Eigenschaft hätte, aufzutreiben. „Künftighin wird man es für etwas ausserordentli„ches halten, wenn eine Materie weder durch Ver„kalchen noch durch Auflösen leuchtend werden will.

Noch gefället mir folgender sinnreiche Einfall des Herrn BECCARI, den er am Ende seines oben gerühmeten Werkes äussert: „Eben so, wie einige Na„turforscher nicht ohne Wahrscheinlichkeit glaubeten, „es sey kein einziger Körper aller Wärme gänzlich „beraubet, könnte man auch sagen, es sey kein ein„ziger vollkommen dunkel.„ In der That, da jedwede Materie die Quelle des Entbrennens und des Lichtes in ihrem Innersten verbirget, so wird sie vielleicht eben so oft in eine, wiewohl schwache Entzündung gesetzet, als sie die Hellung leuchtender Körper empfindet. Ja wiewohl wir eine solche Erscheinung nicht an jedweder Art der Materie, auch nicht in jedwedem Falle wahrnehmen, so ist es doch wahrscheinlich, die Ursache liege nicht etwa an der Seltenheit dergleichen Materien, sondern es fehle vielmehr unsern Sinnen an genugsamer Schärfe sie überall auszuspühren. (r)

Weil das Licht aus der allerweitesten Entfernung, dahin unser Auge reichen kann, bis auf unsere Erde mit erstaunlicher Geschwindigkeit wirket, so konnte



(r) Zu demjenigen, was ich vorizt von den gekünstelten Phosphoris beybringe, kann man noch setzen, was in der XIII. Stunde von Brands und Hombergs Phosphoris gesagt worden.

man im Anfange nicht wohl anders gedenken, als seine Bewegung geschehe auf einmahl, gleichwie denn auch CARTESIUS, zu einer Zeit, da man noch keine Ursache anders zu gedenken hatte, dieser Meynung war. Allein im Jahre 1675 beobachtete der berühmte DOMINICUS CASSINUS an den Finsternissen des ersten Jupitertrabantens eine Verspätung, daraus er muthmassete, es habe das Licht ohngefehr 14 Minuten Zeit nöthig, bis es den ganzen Diameter der jährlichen Erdbahn durchlaufe, und es komme das Licht aus der Sonne, welche ihre Stelle beyläufig in dem Mittelpunkte des besagten Laufkreises hat, erst in sieben Minuten zu uns. Nun brachten ihn zwar andere Gründe nachgehends dahin, daß er diese Meynung wieder fahren ließ; es trat ihr aber Herr ROEMER, und nach ihme Herr BRADLEY bey, und sezten sie durch vieljährige Beobachtungen dermassen fest, daß ihr vorizt beynahe jedermann beypflichtet, und dafür hält, es geschehe die Bewegung des Lichtes durch einen Raum nach dem andern.

Hieraus nun ziehen einige sogleich auch diese Folge, es geschehe demnach die Bewegung des Lichtes nicht, wie die Cartesianer vorgäben, durch einen blosen Druk oder Stoß, den eine überall schon vorhandene Materie von dem leuchtenden Körper bekomme, sondern durch ein wirkliches Ausfliessen, dadurch die Theile der flüßigen Materie von ihrer Quelle bis an das Ziel ihrer Reise gebracht würden. Allein meines Erachtens treiben sie die Sache ohne Noth und Vortheil auf einmahl zu weit. Ohne Vortheil deswegen, weil das Licht, wenn es unaufhörlich

körlich aus den Gestirnen heraus quälle, und einen Himmelsraum nach dem andern beständig mit neuen Lichttheilgen anfüllete, zulezt eben ein solches Vollstopffen des Weltraumes verursachen müste, davon man das Lehrgebäude der anziehenden Kräfte nach Möglichkeit zu befreyen suchet. Ohne Noth, deswegen, weil sich die neue Entdeckung mit der heutigen Cartesianer Meynung von der Fortpflanzung des Lichtes, nach meiner Einsicht sehr wohl vereinigen lässet.

Denn gesetzet, es erfolge die Wirkung des Lichtes um 7 bis 8 Minuten (s) später, wenn der leuchtende Körper, der es in Bewegung setzet, ohngefehr 32 bis 33 Millionen französ. Meilen (t) weit entfernet ist, fället es denn nicht möglich? eine Ursache davon anzugeben, man lasse dann jedwedes Lichtkügelgen diesen erstaunlichen weiten Weg in einer so kurzen Zeit durchlaufen, und lege dergestalt den Strahlen der flüßigen Lichtmaterie eine ganz unbegreifliche Geschwindigkeit bey, indem sie die Geschwindigkeit einer Stükkugel, die jedwede Secunde 600 Schritte weit flöge, über sechzehnhunderttausendmahl übertreffen müste.



(s) Die Gelehrten sind wegen der Länge dieser Verspätung nicht einerley Meynung. Einige setzen 7, andere 8 Minuten. Neuton selbst wendete sich von der erstern Schätzung zur zweyten.

(t) Jedermann siehet ohnehin, daß ich die genaue Entfernung der Sonne von der Erde, nicht anzugeben begehre. Die Sternkundige selbst sind deswegen noch nicht einig.

Hingegen sehe ich wohl, man dürfe des CARTESIUS Meynung nicht durchaus folgen, noch die Reihe der Lichtkügelgen zwischen dem Sterne und meinem Auge mit einem Stabe, oder mit einer Reihe vollkommen fester und dicht aneinander liegender Kugeln vergleichen. Aber, was hindert uns denn? sie für kleine mit einer ausdehnenden Kraft begabte Ballen anzusehen, die einander nicht eben nach der grösten Strenge berühren. Diese beeden Sätze ersparen uns eine allzugenau abgemessene Anstalt, die man kaum voraus setzen dürfte, und bringen uns dem gewöhnlichen Wege der Natur, als welcher überall ein weniger und mehr vertragen kann, viel näher. Dergestalt begreife ich ohne Mühe, es wirke der leuchtende Körper keinesweges auf einmahl in die ganze Länge des Strahles, der das Licht in mein Auge bringen soll, als nur nach der Vorstellung meiner Sinnen, und auf den Fall einer sehr kleinen Entfernung; dagegen erfordere besagtes Fortbringen, so geschwinde und unmerklich es übrigens geschehen möge, ein wirkliches Verfliessen aufeinander folgender Augenblicke, davon die Anzahl ein merkliches betragen kann, woferne der Weg, den das Licht zu machen hat, eine gewaltige Länge beträget.

Zwar gestehe ich, es habe diese Erklärung von der Fortsetzung des Lichtes ihre Schwierigkeiten, es hat aber die andere Meynung die ihrigen ebenfalls, und zwar nach meinem Erachten weit grössere.

Man zeiget mir zum Beyspiele, bey Nachtzeit einen grossen Theil des Himmels durch ein Löchelgen, das man mit der Steknadel in ein Kartenblat stach, und saget dabey: Wie kann doch das wenige Licht,

damit

damit das Löchelgen angefüllet ist, die Bewegungen, darein diese grosse Anzahl Sterne eben so viele Reihen kleiner Lichtkügelgen setzet, ohne alle Unordnung empfangen, und weiter fortbringen? Ich antworte darauf: Ist es denn nun leichter zu begreifen, oder ist es glaublicher, wenn man saget, es rauscheten durch das kleine Löchelgen eben so viele zarte Lichtströme als man Sterne siehet, mit unbeschreiblicher Geschwindigkeit durch, durchkreuzeten sich, ohne sich miteinander zu vermischen, und stiessen aneinander ohne ihre alte Richtung zu verliehren? Es geben beede Meynungen genugsame Ursache zum Erstaunen, allein ich finde bey der erstern den wenigsten Zwang.

Noch wirft man ein: Wäre das Licht überall gegenwärtig, und würde durch den blosen Druk eines leuchtenden Körpers sichtbar, so könnte es nie finster werden. Denn es würde sich der besagte Stoß oder Druk nach allen möglichen Richtungen ausbreiten, und der gesamten Materie des Lichts, so weit als sie gehen mag, mittheilen, gleichwie dieses bey dem Wasser in einem Fasse zu geschehen pfleget, man mag hinein schlagen auf welcher Seite man will.

Allein die Schlüsse, die man aus solchen Vergleichungen hernimmet, sind nicht allzu nothfest. Denn es ist allemahl eine grosse Ungleichheit vorhanden, ja man kann, bey unserer geringen Erkenntniß von den hauptsächlichen Triebfedern der Natur, die besagte Ungleichheit noch grösser vermuthen als sie scheinet. Die von der Sonne bewegte Materie des Lichtes, hat zu ihrem Fasse das ganze Weltgebäu-

de: In dem gegebenen Gleichnisse wird das Wasser blos wegen des nahen Gegenstosses, vom Fasse durchaus erschüttert. Will man nun behaupten, es müsse mit der flüßigen Materie, darein die Sterne und andere leuchtende Körper wirken, ein gleiches geschehen, so muß man ihr erst die dichten und nahen Wände anweisen, daran sie gleich dem Wasser im Fasse zurücke prallen kann, womit es aber schwer zugehen möchte.

Nebstdeme ist es, woferne man genau reden will, keinesweges wahr, daß ein Zimmer, darein man einen Lichtstrahl fallen lässet, sonst nirgend als wo dieser Strom lebendigen Lichtes hinfähret, erleuchtet werde; Es wird anderswo ebenfalls, obgleich schwächer, erleuchtet. Könnte man wohl, wenn dieses nicht wäre, den Strahl anderswo als in ihm selbst sehen? das Auge siehet ihn aber, wie jedermann weis, dennoch, wenn es seine Stelle auf der Seite, und in einer weiten Entfernung von ihm hat, auf das deutlichste, woraus folget, es müsse die sämtliche im Gemache vorhandene Materie des Lichtes, von derjenigen, welche den Strahl ausmachet, in einige Erschütterung gesetzet werden. Fast eben so wie die Luft, wenn sie wegen eines im Wege liegenden undurchdringlichen Körpers den Schall nicht gerades Weges empfangen kann, dennoch von dem Anstossen der über oder neben ihr hinfahrenden Schallstrahlen einigermassen erthönet.

Ohne Zweifel wird man dawider einwenden, man sehe nur deswegen Licht, ausserhalb des Strahles, weil es von der Luft, die er durchstreichet, oder von den Stäubgen, damit dieses flüßige Wesen beständig

dig angefüllet ist, zurücke geworfen werde. Allein ich antworte darauf, daß ich eben diesen Strahl noch auf das deutlichste sahe, wenn ich ihn durch eine gläserne und von aller Luft, so gänzlich als es mit einer Luftpumpe möglich fället, gereinigte Röhre fahren lies. (u) In diesem Falle aber war das Zurükwerfen der Strahlen null, oder doch für null zu achten, darum, weil die Verdünnung der Luft bis auf den möglichen höchsten Grad getrieben war, und die kleinen mit ihr gemeiniglich vermischten Körpergen, auf die ersten Züge mit dem Stempel von ihr weggiengen. (x)

Endlich, so wendet man auch gegen die cartesianische Meynung ein, es sey nicht zu begreifen, wie in einem mit Kügelgen angefüllten Raume, die Stösse



(u) Es erfordert dieser Versuch viele Mühe und genaue Sorgfalt. 1. Muß das Gemach recht finster seyn. 2. Der Strahl an einem schönen Sommertage unmittelbar von der Sonne herkommen. 3. Muß dieser Sonnenstrahl wenigstens einen Zoll im Durchschnitte haben 4 Die gläserne Röhre hingegen, darein man ihn fahren lässet, zwey bis dreymahl so weit seyn, damit man ihn desto leichter durchführen könne, ohne daß er Unterweges ihre Wände berühre. 5. Das flache Glas, damit das eine Ende der Röhre verschlossen wird, darf nicht allzudik seyn. 6. An dem andern Ende muß der Strahl von einem Spiegel, der einen Winkel von 45 Grad machet, aufgefangen, und in eine rechtwinkelicht stehende metallene Röhre geworfen werden, damit nicht das geringste von dem Strahle in die gläserne Röhre zurücke pralle.

(x) Man sehe die Mem. der Acad. des Sciences 1748. S. 243.

sich allezeit in geraden Linien mittheilen könnten: darum, weil man, dem Vorgeben nach, nicht annehmen darf, daß die Mittelpunkte der Kügelgen nach allen möglichen Richtungen genau aufeinander passeten. Aber, ist es denn nun in dem andern Lehrgebäude leichter zu begreifen, warum die Kügelgen, ohnerachtet sie auf irregulaire Flächen, (indem, nach der Schärfe genommen, jedwede Fläche also beschaffen ist,) gleichwohl beym Abspringen allemahl einen eben so grossen Winkel mit der Fläche machen, als beym Auffallen? Es ist dieses eine Sache, die gewöhnlich geschiehet, obgleich man meynen sollte, sie könne wegen der im Wege stehenden Hinderniß nimmermehr geschehen. Vermuthlich ist es mit dem Aufeinanderpassen des Mittelpunkts, den man als nicht vorhanden annimmet, und daraus Folgerungen ziehen will, eben also beschaffen. Denn, da ohnerachtet der eingestandenen Ungleichheit, aller für glatt geachteten Flächen, der Lichtstrahl gleichwohl nach einem gewissen Gesetze abspringet, so muß die Natur gewisse Hülfsmittel im Vorrathe haben, die unser Nachdencken noch nicht zu erreichen vermag. Wollte man in einem solchem Falle nie eine andere, als von aller anscheinenden Schwierigkeit befreyete Meynung ergreifen, so würde man gar keine ergreifen müssen. Die schallenden Strahlen stellen sich in der Luft recht gut nach der Schnur in Ordnung, und ihr Abspringen geschiehet, gleich wie der Wiederhall beweiset, ganz regelmäßig; Wollte nun jemand behaupten, es erfolge alles dieses nur deswegen, weil die Lufttheilgen nicht kugelförmig wären, so wolte ich ihm gerne zugestehen, die Lichttheilgen

wären

wären es eben so wenig: Ich gebe sie nur deswegen dafür aus, weil man doch eine Figur für sie wählen muß, meine Einbildungskraft aber, mir keine darbietet, welche mit allen Erscheinungen so gut übereinstimmete als diese. Ich gestehe sehr gerne, es sey bey mir unbekannt, was für eine Gestalt die Theile der zarten flüßigen Materien, die unsern Sinnen entgehen, etwa haben mögen; ich bin auch bereit, ihnen diejenige, die sich am besten schicken, und dagegen nichts mehr zu erinnern seyn wird, beyzulegen. Unterdessen aber, bis unsere Erkenntniß so weit steiget, welches vermuthlich so bald noch nicht geschehen dürfte, wollen wir die Lichttheilgen nach der hergebrachten Gewohnheit der Naturlehre, immerhin für Kügelgen halten. (x)

## II. Abschnitt.

### Von der Richtung, welche das Licht in seiner Bewegung beobachtet.

Mit der Wirkung des Lichts, ist es eben also wie mit der Bewegung aller übrigen Körper beschaffen, es folget, dem allgemeinen Naturgesetze gemäs, der anfänglich empfangenen Richtung so weit es kann; seine Strahlen fahren so lange in gerader Linie fort, als sie keine Hinderniß antreffen, oder keinen Körper, der ihre Richtung ändert,

(x) Es wird, so viel die Fortpflanzung des Lichtes betrift, niemanden gereuen, wenn er die schöne Abhandlung des verstorbenen Herrn Bernoulli, welche im Jahre 1736. bey der Academie des Sciences den Preiß davon trug, lesen will.

dert, durchfahren. Die hieraus entspringende Erscheinungen nun, werden in einer eigenen Wissenschafft abgehandelt, welche die eigentlich also genannte Optik heisset, und von der allgemeinen Optik, unterschieden wird, indem die leztere alles was das Licht und die mit ihm vorgehende Veränderungen betrift, in sich begreifet.

Fället das Licht auf einen dunklen Körper, so springet es gemeiniglich ab, und bringet noch andere Wirkungen hervor, die man in der sogenannten Catoptrik besonders vorträget.

Indem auch der Strahl auf mancherley Weise gebrochen wird, wenn er aus einem durchsichtigen Körper in einen andern, der leichter oder schwehrer zu durchfahren ist, kommet, so entstehen daraus wieder andere Erscheinungen, die man gewissen Gesetzen unterworfen, und auf selbige die dritte Wissenschaft unter dem Nahmen der Dioptrik gebauet hat. Unser Vorsaz ist, die Bewegung des Lichtes, in allen drey Fällen zu beobachten.

# I. Abtheilung.

## Von dem geraden Strahle, oder von den Gründen der eigentlich also genannten Optik.

Wir betrachten hier das Licht, als ob seine Bewegungen in einem Mittel, da ihm dieselbigen vollkommen frey stehen, ausübe; oder, wir setzen vielmehr, um uns von dem natürlichen Zustande nicht allzuweit zu entfernen, es bewege sich das Licht in einem gleichartigen Mittel, das ist, in einem solchen, das in seinem ganzen Umfange, überall einerley Widerstand leistet,

der-

dergleichen ist Wasser; dergleichen ist ein Stük Crystall, oder auch die Lufft innerhalb einer gewissen Gegend ihres Kreises. Wenn ich übrigens der Kürze wegen sage, das Licht fahre durch es gehe an einen andern Ort über, es fahre von diesem Punkte aus es komme zu jenen, so beliebe der geneigte Leser sich zu erinnern, es sey die Rede im geringsten nicht von einer wirklichen Versetzung, die man den Lichtkügelgen zuschreibe, sondern nur von einer Wirkung oder von einem Anstosse, den ein Kügelgen dem andern, ohne deswegen von seiner Stelle zu rücken mittheilet, gleichwie ich dieses in dem ersten Abschnitte bereits gemeldet habe, und im folgenden noch ausführlicher erklären werde.

Man muß sich diese Kügelgen vorstellen, als ob sie alle miteinander eine ausdehnende Kraft besässen, und den wiederhohlten Stoß des leuchtenden Körpers durch eine bebende Bewegung ihrem Nachbar mittheileten, ohngefehr eben auf die Weise, wie man in der 4. Stunde sahe, daß eine helfenbeinerne Kugel den empfangenen Stoß einer ganzen Reihe ähnlicher Kugeln, von der ersten bis zur lezten im Augenblike mittheile. Jedermann ermisset von selbst, wenn er seinen Finger an die lezte Kugel hielte, so empfände er den Stoß, den die erste bekommet, so oft und vielmahl, als derselbige wiederhohlet würde. Auf gleiche Weise fühlet auch jedwedes Auge, bis an dessen Grund eine Reihe der von uns angenommenen Lichtkügelgen reichet, das Beben, darein dieselbigen durch die wiederhohlten Stösse eines brennenden Körpers gesetzet werden.

Um dieses desto besser zu verstehen, beliebe man sich aus dem Vortrage der XIV. Stunde an die Beschaffenheit der Flamme zu erinnern. Sie wurde daselbst vorgestellet als der Ausfluß einer entzündeten flüßigen Materie, oder vielmehr, als ein beständiges Aufsteigen leuchtender Dünste. Wenn die eigenen Theile eines verbrennlichen Körpers, als zum Beyspiele, des Holzes, geschmolzenen Wachses, oder Talchs, durch die zunehmende Grade der Hitze immer mehr und mehr getheilet worden sind, so werden sie endlich dergestalt erweitert, daß die in ihnen verschlossene Feuertheiligen sich durch so viele kleine Ausbrüche entdecken. Geschähe dieses nur ein einzigesmahl, so würde die rings um das platzende Theiligen befindliche Lichtmaterie nicht mehr, als einen einzigen Stoß bekommen, und das Auge, vermittelst dieser augenbliklichen Bewegung, weiter nichts als ein Fünkgen sehen: Allein, die Flamme ist, wie ich schon gesaget habe, ein Ausfliessen; das entflammete Theilgen verflieget, und machet einem andern Plaz, das ohne langen Verzug, gleich jenem platzet, und der Reihe Lichtkügelgen, die bis an des Zuschauers Auge reichet, einen neuen Stoß beybringet. Eben diese Wirkung bringet jedweder Punkt des entflammeten Körpers hervor, und auf diese Weise bleibet die gesammte brennende Oberfläche desselbigen beständig sichtbar.

Wenn ein Körper auf diese Weise leuchtet, so muß er sich nothwendiger Weise erschöpffen, und er kann nur eine Zeitlang dauren: denn es erscheinet das Feuer, das in ihm oder an seiner Oberfläche glänzet, nur deswegen, weil es seine Bestandtheilgen verjaget;

jaget; Allein es ist auch möglich, daß eben dieses Element, ohne weder äusserlich auszubrechen, noch etwas zu verjagen, innerhalb der Zwischenräumgen eines Körpers, in eben der bebenden Bewegung, darein es einmahl gesetzet worden ist, beständig verbleibe, und daß es bey diesen Umständen eben die Wirkung als eine zarte Flamme erzeige, folglich die äusserlich vorhandene Materie des Lichts, daran es stösset, in Bewegung setze, gleichwie denn dieses allem Vermuthen zu Folge, bey sehr vielen Phosphoris, davon ich oben erwähnete, wirklich also geschiehet.

Wird eine Reihe Lichtkügelgen, in die izt erkläre bebende Bewegung gesetzet, so ist sie eigentlich zu reden, dasjenige, was man unter einem Lichtstrahle verstehen muß; Da nun jedweder Punkt einer Flamme, auf allen Seiten sichtbar ist, so muß man sich jedwedes, auch das allerkleineste leuchtende Körpergen, als den gemeinschaftlichen Mittelpunkt einer unendlichen Menge dergleichen einfacher Lichtstrahlen vorstellen, welche alle zusammen genommen, rings um den Punkt eine Kugel von einer gewissen Grösse ausmachen. Fig. 1.

Unterdessen ist zu vermuthen, es würde eine solche einfache Lichtlinie nicht einmahl merklich fallen. Denn das Licht das wir durch ein Steknadelllöchelgen in ein verfinstertes Gemach fallen sehen, bestehet vielleicht aus mehr als tausend solcher einfachen Linien. Eben aus dieser Ursache hat ein sichtbarer Lichtstrahl natürlicher Weise nicht überall einerley Dicke; denn weil die Kugelreihen daraus er bestehet lauter gerade Linien sind, die von einem gemein-

schaftlichen Mittelpunkte ausgehen, so ist offenbahr, es müsse der Strahl einen Kegel wie A B Fig. 2. der mit seiner Grundfläche das Auge berühret, vorstellen, gesezt auch der leuchtende Körper wäre nicht grösser als der Punkt A, Fig. 2

Dieses Auseinanderfahren der Lichtlinien nach ihrem Ausgange aus dem strahlenden Punkte, nennet man ihre Divergenz, und misset dieselbige durch die Grösse des Winkels, den die Linien zwischen sich lassen. Also sind C D, C E, Fig. 3. zween divergirende oder auseinander fahrende Strahlen, sie fahren aber nicht so weit auseinander als C F und C G.

Weil ein leuchtender Körper von einiger Grösse, als zum Beyspiele, die Flamme einer Kerze, aus einer unendlichen Menge strahlender Punkte bestehet, so müssen die Lichtstrahlen, die von allen diesen Punkten ausgehen, nothwendiger Weise einander begegnen, sich vereinigen und durchschneiden, einige in der Nähe, andere in einer grössern Entfernung; diese weiter oben, jene weiter unten; einige auf dieser, andere auf jener Seite, u. s. w. Gleichwie solches die 4. Figur zeiget, in welcher ich aber, um besserer Deutlichkeit willen, nicht mehr als drey strahlende Punkte, gleichwie auch nur eine geringe Anzahl ihrer Lichtkegel oder auseinanderfahrender Strahlen vorgestellet habe.

Wenn die Strahlen verschiedener leuchtender Körper, oder auch verschiedene Punkte eines einzigen Körpers, zusammen stossen, oder sich durchkreuzen, so saget man, sie convergiren, und man misset die Grösse ihrer Convergenz eben wie die Diver-

genz durch die Grösse der Winkel. Also sind die Strahlen welche aus den Punkten H. H. Fig. 5. herkommen, alle miteinander *convergent*, einige in I, andere in K; allein die bey I sind mehr convergirend als die andere, darum weil sie einen grössern Winkel machen, oder welches auf einerley ausläuft, weil ihr Vereinigungs- oder Convergenzpunkt den leuchtenden Körpern, daraus sie herkommen, näher ist, als jener ihrer.

Aus allem diesen ergiebt sich folgendes:

1. Jedwede Fläche, die man einem leuchtenden Punkte entgegen hält, es sey an welchem Orte es wolle, wird gleichsam zur Grundfläche eines Lichtkegels.

2. Je weiter sie von dem strahlenden Punkte entfernet ist, desto schwächer wird sie erleuchtet.

3. Hat der leuchtende Körper eine merkliche Grösse und Gestalt, so wird sie zur gemeinschaftlichen Grundfläche von so vielen Lichtkegeln als strahlende Punkte gegen sie gewendet sind.

4. Hält man dem Lichte, an statt einer dichten Fläche, ein durchstochenes Kartenblat, oder ein durchbohretes dünnes Bret, entgegen, so werden die Lichtkegel sämtlicher strahlenden Puncte einander in dem Loche durchkreutzen, und von der Rechten zur Linken, von der Linken zur Rechten, von oben herab, von unten in die Höhe kommen. u. s. w. Alles dieses wollen wir durch Versuche deutlich machen.

# I. Versuch.

## Anstalt.

ABCD. Fig. 6. bedeutet einen Fensterladen, drey bis vier Schuhe über dem Boden eines wohlverschlossenen und recht finstern Gemaches, das gegen Mittage, oder doch beynahe stehet. Dieser Laden hat eine ausgeschnittene Oefnung, darein ein Kästgen passet, das 18 Zoll in die Höhe, einen Schuh in die Breite, und nach dem Cirkel abgerundete Seiten hat, damit man es an zwo Angeln I, I, wie einen Drehladen in den Sprachzimmern der Nonnenklöster, horizontal und ungehindert herumdrehen könne. Das Vordertheil des Kästgens, raget zur Oefnung hinaus, ist völlig offen, und hat drey metallene, mehr lang als breite, und auf alle Seiten wendbare Spiegel vor sich liegen. Das Hindertheil des Kästgens, stehet ins Gemach hinein, und ist gäntzlich verschlossen. Doch hat es ohngefehr auf halber Höhe drey runde Löcher a b c in gleicher Linie nebeneinander, auch gleichweit voneinander entfernet, jedwedes einen Zoll im Durchmesser weit. Diese Löcher können nach Belieben durch Blendungen enger gemachet, oder auch gar verschlossen werden, gleichfalls kann man allerley Gläser einsetzen.

FK ist eine hölzerne wasserrecht liegende Latte, sechs Schuh lang, und vier Zolle breit. Auf ihrem einem Ende ruhet das Kästgen, das andere ruhet selbst auf einem Fusse.

L. ist eine metallene Platte oder hölzerne Ta-

fel, die auf einem Fusse vertical stehet. Man schiebet sie auf der Latte nach Belieben, bald näher ans Kästgen, bald weiter weg. Dergleichen Tafeln muß man mehr als eine haben. Einige überziehet man mit schwarzem Tuche, andere überstreichet man mit weisser Farbe, und in einige muß man, wenn es nöthig, ein oder mehr Löcher ohne Mühe bohren können.

Vermittelst dieser Maschine ist man im Stande, eine Menge Versuche mit dem Sonnenlichte, sehr bequem anzustellen. Denn man lässet es auf die aussen liegende Spiegel fallen, die man in eine beliebige Stellung bringen, und zu diesem Ende den andern Ladenflügel des Fensters (y) auf einen Augenblik öfnen kann. Dergestalt nöthiget man das Licht, daß es zu den Löchern a b c hinein fallen muß, woselbst ihm durch vorgesezte Gläser oder Blendungen, eine solche Farbe und Gestalt, als beliebig, beygeleget wird. Da man nun das Kästgen nebst der Latte und alles was darauf ist, horizontal drehen kann, so kann man der Bewegung der Sonne beständig folgen, und alles was man untersuchen wollte, nach Gefallen betrachten.

Bey dem Versuche, davon vorizt die Rede ist, muß man die beeden Löcher a b völlig verschliessen, in das mittelste aber, eine zween Zoll lange Röhre mit einem weissen Linsenglase von



(y) Man kann auch, wenn das Kästgen weit genug ins Zimmer hinein reichet, ein Fenstergen in eine Seite machen, durch welches man heraus langen, und die Neigung der Spiegel ändern kann.

etwa 18. Linien im Durchmesser einsetzen. Der Brennpunkt des Glases, muß, gleichwie das Ende der Röhre, genau in c seyn, und das Röhrenende an demselbigen Orte nur zwo Linien weit offen stehen. Vermittelst dieser Anstalt zerfähret der Lichtstrom den man ins Gemach lässet, in eine Menge divergirender Strahlen, und stellet dasjenige, was man unter einem strahlenden Punkte oder einem kleinen leuchtenden Körper verstehen muß, sehr deutlich und der Wahrheit gemäs vor.

Fünf bis sechs Zolle weit von diesem strahlenden Punkte, hat eine dünne gerade stehende Tafel ihren Plaz. L. In diese bohret man verschiedene Löcher, jedwedes von vier Linien im Durchschnitte. Weiter hin stehet eine andere Tafel, oder eine weisse Pappe, M, die man nach Belieben näher rücken oder weiter entfernen kann.

## Erfolg.

Auf der Pappe M erscheinen eben so viele helle Scheiben als die Tafel L. Löcher hat. Je weiter man die Fläche, darauf sie fallen, zurücke schiebet, desto grösser werden die Scheiben, und desto weiter rücken ihre Mittelpunkte auseinander.

## Ursache.

Die hellen Scheiben, die man auf der Pappe siehet, werden durch das Licht gebildet, welches von der Tafel L. deswegen nicht aufgefangen werden konn-

te,

te, weil sie an eben den Stellen, dahin dieses Licht traf, durchbohret war. Jedermann begreifet leicht, es würden so viele Scheiben, als beliebig, erscheinen, woferne man nur Löcher genug bohrete, woraus dann folget, es sey auf der ganzen Seite der Tafel, welche gegen den leuchtenden Punkt gebohret ist, kein rundes Plätzgen von vier Linien im Durchschnitte, darauf nicht eben ein solcher Lichtstrom fiele, als man durch die Löcher eben dieser Tafel fahren siehet.

Daß diese Lichtströme die Gestalt eines Kegels haben, ist deswegen ausser Zweifel, weil sie in einer weitern Entfernung von ihrem Ursprunge grössere Scheiben auf der Pappe bilden als in einer nähern; Es kann auch dieses nicht anders seyn. Denn sie sind lauter Sammlungen oder Büsche vieler divergirenden Strahlen, welche sämtlich von dem Punkte e, als ihrem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausfahren: Eben aus dieser Ursache entfernen sich auch diese Lichtströme selbst, je länger, desto weiter, voneinander. Daher kommet es, daß nicht nur jedwede Lichtscheibe immer grösser wird, je weiter man die Pappe zurücke schiebet, sondern auch, daß die Mittelpunkte der Scheiben selbst, immer weiter auseinander rücken.

## II. Versuch.

### Anstalt.

Ist alles eben also wie bey dem vorigen Versuche veranstaltet, so stelle man einen Schuh weit von dem strahlenden Punkte c, eine grosse

Tafel l, aufgerichtet hin. In ihrer Mitte muß ein rundes Loch von 6 Linien im Durchschnitte seyn, das durchfahrende Licht fange man mit der Pappe m, auf, erstlich einen Schuh weit hinter der Tafel, hernach zween Schuhe weit, hernach drey Schuhe weit, u. s. w. und messe in jedweder Entfernung den Durchmesser der entstehenden Lichtscheibe mit einem Zirkel. Fig. 7.

## Erfolg.

Bey diesem Verfahren wird man bemerken: 1. Das Licht werde auf der Pappe m immer schwächer, je weiter man dieselbige von der durchlöcherten Tafel wegschiebet. 2. Die Lichtscheibe vergrössere sich in einem gewissen Verhältnisse; denn ihr Durchmesser werde doppelt, dreyfach, vierfach so groß als er vorhin war, wenn die Pappe m, zween, drey, vier Schuhe weit von dem Loche c, wo der strahlende Punkt befindlich ist, weggeschoben wird.

## Ursache.

Das Licht wird deswegen immer schwächer, je weiter man die Pappe wegrücket, weil die Strahlen immer weiter auseinander fahren; denn weil sie sich beständig voneinander entfernen, so muß diese Entfernung in einer grössern Weite vom strahlenden Punkte c, grösser seyn als in einer kleinern, und je mehr Raum sie auf der Fläche, darauf sie fallen, einnehmen, desto weniger Strahlen muß nothwendiger Weise jedweder Theil dieses Raumes für sich erhalten. Weil der Durchmesser der Lichtschei-

scheibe in der zweyschuhigen Entfernung vom strahlenden Punkte doppelt so groß ist als in der einschuhigen; in der drey- und vierschuhigen aber, drey- und viermahl so groß, so folget daraus, die Strahlen seyen in der zweyten Entfernung um viermahl, in der dritten um neunmahl, in der vierten um sechzehnmahl weiter auseinander gebreitet als in der ersten; denn woferne die Diameter sich verhalten wie 1, 2, 3, 4, u. s. w. so verhalten sich die Flächen ihrer Zirkel wie 1, 4, 9, 16, u. s. w. Nun sind die leztern Zahlen, welche die Grade der Strahlenverdünnung anzeigen, die Quadrate(z) der erstern, welche, die Entfernungen vom strahlenden Punkte anzeigen daher kann man überhaupt sagen: das Licht, welches unmittelbar von dem strahlenden Punkte herkommet, wird in dem Verhältnisse des Quadrates der Entfernung geschwächet oder verdünnet. Nähme man also ein Stükgen von einem Kartenblate, das zum Beyspiele eben so groß wäre als das Loch in der Tafel, die bey der ersten Entfernung stehet, und man hielte es in die Lichtscheibe der zweyten Entfernung, so würde es viermahl weniger erleuchtet als bey jener; bey der dreyschuhigen könnte es nur den neunten, und bey der vierschuhigen den sechzehenden Theil der Strahlen



(z) Ein Quadrat entstehet, wenn eine Zahl mit sich selbst vervielfältiget wird. Vier ist das Quadrat von 2; Neune ist es von 3; Darum weil 2mahl 2, Vier, und 3 mahl 3. Neune ausmachen.

auffangen, die es bey seiner einschuhigen Entfernung vom Loche c auffieng. (a)

## Nutzen.

Weil das Auge des Sehens wegen vorhanden ist, und diejenigen Wirkungen des Lichtes, davon ich zu reden habe, sich beynahe alle miteinander auf das Sehen beziehen, so wäre es freylich gut, wenn man gleich zum Anfange verstünde, auf was für Weise das Licht ins Auge wirket, und wie die äusserlichen Lichtstrahlen ihre Bewegung bis in sein Innwendiges fortsetzen. Indem aber alles, was ich hiervon vorbringen könnte, auf gewissen Sätzen, die ich weder bisher erkläret habe, noch auch vorizt erklären kann, beruhet, so muß ich diesen Unterricht so lange verschieben, und dermahlen den Augapfel nur als eine Cirkelrunde Oefnung betrachten, durch welche die von einer leuchtenden oder erleuchteten Sache ausfahrende Strahlen, Eingang finden.

Ich sage leuchtend, oder erleuchtend; denn wiewohl ich bisher keine andere Beyspiele angeführet habe, als von solchen Körpern, welche Kraft ihrer eigenen Natur leuchten, dergleichen denn die Sterne, eine angezündete Kerze, ein Phosphorus sind, so ist doch zu wissen, es werde jedwede andere Sache blos durch das Abspringen des Lichtes, davon es erleuchtet wurde, sichtbar; man könne also jed-

(a) Wie man siehet, so betrachte ich hier bloß diejenige Schwächung des Lichtes, welche von dem Auseinanderfahren der Strahlen herrühret, ich verspahre die übrigen Ursachen, welche ein gleiches wirken, bis auf eine andere Gelegenheit.

jedweden sichtbaren Punkt seine Oberfläche für wirklich strahlend ansehen, und es sey zwischen ihm und einem selbstleuchtenden Körper, nur der einzige Unterscheid, daß er weder so viele noch so starke Strahlen, als ein solcher von sich wirft. Gesezt zum Beyspiele, man nähme die beeden vorizt angeführten Versuche bey hellem lichten Tage vor, und man verdeckete den strahlenden Punkt c mit einem kleinen Stükgen weissen Kartenpapier, so würde das Auge, wenn es seine Stelle vor der Tafel l hätte, das Papier durch jedwedes in die Tafel gebohrte Loch, und wenn ihrer tausend wären, erblicken; Stellete man statt der ganzen Pappe M, eine durchlöcherte hin, und rückete sie von einer Entfernung, davon ich vorhin geredet habe, zur andern, so sähe das Auge noch immer eben dieselbige Sache in dem ganzen Umfange eines runden Loches, dessen Durchmesser in eben dem Verhältnisse als die Entfernungen wachsen, vergrössert werden könnte.

Wäre die Tafel l, welche vor dem strahlenden Punkte c stehet, eben so breit als das Fenster, an welchem der Versuch gemachet wird, und man durchbohrete sie an einem selbstbeliebigen Orte, so würde, wie jedermann leicht begreifet, das hinter ihr befindliche Auge des Zuschauers den Punkt c durch das Loch sehen; bohrete man statt eines einzigen, hundert Löcher, so könnten hundert Personen diese Probe auf einmahl machen; denn es wäre keine einzige darunter, welche nicht zu eben der Zeit, als alle die übrigen, einen vom strahlenden Punkte ausfahrenden Strom divergirender Strahlen, ins Auge bekäme: Eben aus dieser Ursache können alle Ein-

wohner einer Stadt, alles was in ihrer Gegenwart auf dem Marktplatze vorgehet, auf einmahl sehen, ein ganzes Regiment Soldaten einem einzigen Winke gehorchen, und ein Stern in einem grossen Theile des Erdbodens von allen scharfsehenden Geschöpfen wahrgenommen werden. Denn rings um einen ganz freystehenden leuchtenden Körper ist kein einziges Plätzgen von der Grösse des allerkleinesten Augapfels, den das allerkleineste Thier haben mag, das nicht die Grundfläche eines von der leuchtenden Sache ausfahrenden oder abspringenden Lichtkegels werden könnte.

Die Lichtkegel, welche von dem strahlenden Punkte ins Auge fallen, und die wir schlechtweg Strahlen nennen wollen, wenn die Rede blos von ihrer Richtung, oder, welches einerley, von der Linie ist, die ihre Achse vorstellet, diese Lichtkegel, sage ich, sind in einem gleichartigen Mittel (medio homogeneo) allemahl vollkommen gerade, und es gilt diese Wahrheit, davon wir die Probe von der ersten Kindheit an, alle Tage machen, als ein Grundsaz. Kraft dieser Erkenntniß, zielet der Jäger durch die Richtung seiner Flinte nach dem Vogel; Der Ingenieur stecket die Stangen für einen schnurgeraden Weg oder Graben also ein, daß sie mit dem Gesichtsstrahle eine gerade Linie machen. Ein Feldmesser beurtheilet die Lage einer Sache aus der geraden Linie, die sie mit den Durchsichten seines Instrumentes machet. Wäre man nun nicht versichert, daß der Strahl, indem er von der sichtbaren Sache ins Auge fähret, so lang als er ist, eine schnurgerade Linie mache, so könnte man aus dem

Strahl-

Strahlstücke, das durch die Durchsichten ins Auge fället, die eigentliche Lage der Sache, nimmermehr mit einiger Zuverläßigkeit beurtheilen.

Gleichfalls rühret es von der Gewißheit des besagten Grundsatzes, und von unserer Uebung im Sehen her, daß wir sowohl die Richtung eines jedweden sichtbaren Punktes an einer Sache, als auch die Entfernung desselbigen, bis auf eine mäßige Weite, zu schätzen wissen. Was die Richtung betrift, so sehen wir die Sache zwar allemahl in der Achse des Lichtkegels, der sie uns sichtbar machet, nur aber in einer unbestimmeten Länge derselbigen, P Q Fig. 8. und wir setzen sie in denjenigen Punkt an besagter Achse, wo die ins Auge gefallene divergirende Strahlen einander durchschneiden würden, wenn sie aus dem Auge wieder zurücke führen, als zum Beyspiele in R. Es hat diese Regel in allen Fällen, da wir etwas sehen, eine dermassen grosse Gewalt über uns, daß wir sie gleichsam wider Willen, ja sodann auch, wenn uns das Abspringen der Strahlen augenscheinlich betrieget, noch immer beobachten, gleichwie dieses die ausführliche Erzählung der Fälle, da eine Ausnahme statt findet, in der Folge zeigen wird.

Uebrigens beurtheilen wir die Richtung und Entfernung einer Sache durch die übrigen Sinnen eben so wohl als durch das Gesichte, obgleich irgend nicht so gar genau. Wenn ein Blinder sich wärmen will, gehet er in der geradesten Linie, die ihn möglich fället, auf die Gegend los, daher ihm die Wärme entgegen kommet, er beurtheilet auch die grössere Entfernung oder Nähe des Feuers aus den Gra-

den

den der Wärme, die er spühret. Auf gleiche Weise spühren wir auch einen riechenden oder klingenden Körper aus, und beurtheilen seine Entfernung aus der Stärke des empfundenen Geruches oder Klanges. Gesetzet nun, es betriege uns ein Wiederhall oder wir wüsten es nicht eigentlich zu sagen, von welcher Seite der Glokenklang herkomme, rühret es nicht daher? weil wir von Kindheit auf wissen, der Klang komme gewöhnlicher Weise ohne allen Umschweif in gerader Linie auf uns zu.

Weil das Sehen einer Sache in gerader Linie geschiehet, so verstehet es sich ohnehin, man könne nichts sehen, wenn der besagten Linie irgend eine Hinderniß im Wege stehet. Es ist in der VII. Stunde bereits angemerket worden, wer sich einer Stadt zur See nähere, der erblicke zuerst ihre Thurmspitzen und Rauchfänge, hernach aber die Hausthüren, gleichwie dagegen eine am Lande befindliche Person zuerst die Flaggen und Maste des ankommenden Schiffes, endlich aber das Schiff selbst, erblicke. Die Ursache davon lieget, gleichwie ich damahls zeigte, in der Rundung der See, als welche mit dem Erdboden zugleich, eine Kugel machet; denn indem die Ausbauchung der See den Strahl, der von dem Schiffe in des Zuschauers Auge fahren könnte, auffänget, so bleibet ihm das Schiff unsichtbar. Man sehe die 8. Fig. im II. Theile.

Eben diese Hindernisse, welche den Strahl auffangen, bringen dasjenige zuwege, was man Schat-

ten (b) nennet. Sie verhindern nämlich die weitere Fortpflanzung der vorhin erklärten zitternden Bewegung, darein der leuchtende Körper die Lichtkugelreihen setzet. Daher ist der Schatten eigentlich zu reden, weiter nichts, als ein Licht, das wegen eines dazwischen gesezten dunkeln Körpers erloschen: er muß folglich einen eben so grossen Raum einnehmen, als das erloschene Licht, wenn es vorizt in Bewegung gesetzet werden könnte, einnehmen würde. Eine Ueberzeigung hievon ist sehr leichte zu haben, woferne man nur das Loch c in der Tafel l entweder ganz oder zum Theil vermachen will; Denn sodann wird die Lichtscheibe auf der weissen Pappe m entweder gänzlich verschwinden, oder doch eine Verringerung leiden, welche nach eben dem Maasse, als man die Pappe weiter wegrücket, mit der Scheibe zugleich anwächset.

Hieraus folget es mache eine kleine Hinderniß einen desto grössern Schatten, je näher sie bey dem leuchtenden Körper sey: gleichwie sie im Gegentheile einen desto kleinern machet, je weiter sie selbst von ihm sich befindet. Das Verhältniß bey einem solchen Vorgange ist also beschaffen, daß die Zahl der zurükgehaltenen Strahlen eben also abnimmet, wie die Quadrate der Entfernung zunehmen. Ist nämlich die Hinderniß, zwey, drey, viermahl, so weit als eine an-

(b) Es liesse sich zwar, was den Schatten betrifft, viel merkwürdiges beybringen; ich muß es aber, weil ihm die Menge der übrigen Materien im gegenwärtigen Theile keinen Plaz vergönnet, bis in die 18. Stunde verspahren, darinnen ich die Bewegung der Gestirne, und was daraus erfolget, abzuhandeln gedenke.

andere vom leuchtenden Punkte entfernet, so hält sie vier- neun- oder 16 mahl weniger Strahlen ab. Denn da die auseinanderfahrenden Strahlen eines Lichtkegels viermahl so viel Plaz auf der Tafel einnehmen, wenn sie zween Schuhe weit vom leuchtenden Punkte stehet, als wenn nur einen, so muß auch ein dunkeler Körper, der in der einschuhigen Entfernung den ganzen Kegel abweisen konnte, in der zweyschuhigen nur den vierten Theil von ihm auffangen.

Man siehet hieraus, warum die Flecken im Augapfel wenn sie nicht groß sind, das Sehen keinesweges gänzlich verhindern; denn da sie von jedwedem Lichtkegel, den die sichtbaren Punkte einer Sache ins Auge abschicken, nur einige Strahlen auffangen, so fallen die übrigen allemiteinander ins Auge, und machen die Punkte, davon sie herkommen, sichtbar, obgleich in einem geringern Grade, als wenn gar keine abgewiesen würden. Wer nun Augen von solcher Beschaffenheit hat, der kann die abgängigen Strahlen auf gewisse Weise ersetzen, wenn er nämlich dasjenige was es sehen will, desto stärker erleuchtet, ja man kann sogar den Abgang der abgewiesenen Strahlen ersetzen, und es soweit bringen daß mehr Strahlen als gewöhnlich auf die gesunden Orte des Augapfels fallen. Allein es gehören nicht nur diese Mittel gar nicht unter die unmittelbaren Wirkungen des Lichtes, damit wir vorizt beschäftiget sind, sondern sie verändern auch, welches desto schlimmer, das Auseinanderfahren der Strahlen, sie können folglich, wenn das Auge keine andere Fehler, als die besagte Flecken hat, dem Sehen viel-

vielmehr hinderlich als vortheilhaftig fallen, und werde ich dieses anderswo ausführlich zeigen.

Gleichwie das Licht auf der Pappe m beständig schwächer wird, je weiter man dieselbige von dem Punkte c wegrücket, also ist leicht zu erachten, es müsse seine Wirkung im Auge bey zunehmender Entfernung desselbigen von der sichtbaren Sache ebenfalls abnehmen, ja man könne zulezt die Sache gar nicht mehr sehen. Wir sehen nämlich eine Sache nur durch die leuchtenden oder sichtbaren Punkte ihrer Oberfläche; nun empfinden wir aber diese Punkte nicht mehr, sobald die davon ausgehende Lichtströme das Auge nicht mehr so stark als nöthig berühren; und es geschiehet dieses in einer allzuweiten Entfernung. Denn da sind besagte Ströme durch das Auseinanderfahren ihrer Strahlen schon dermassen verdünnet worden, daß die wenigen, welche das Auge noch treffen, ihm nicht empfindlich genug fallen. (c) Unterdessen ist diese Entfernung nicht immer eben dieselbige, sondern sie richtet sich nach dem Zustande des Auges, der Natur oder Beschaffenheit der sichtbaren Sache, und

(c) Ohnerachtet man, was entfernete Sachen betrift, allerdings hierauf Acht zu geben hat, so gebe ich es doch im geringsten nicht für die Hauptursache, warum sie dem Gesichte entgehen, aus: Die Strahlen, welche von einem Punkte der Sache ins Auge fallen, sind in einer gewissen Entfernung gleichsam parallel unter sich: Ihre Divergenz ist nämlich so geringe, daß sie zu ihrem Schwächen, soviel als nichts mehr beyträget. Ich werde von der Hauptursache, warum eine Sache aus dem Gesichte verschwindet, nachgehends reden.

und der Stärke des Lichtes dadurch sie sichtbar wird.

Unter den nur erwähnten Zustande des Auges, verstehe ich vorizt nichts anderes, als den Grad der Empfindlichkeit, den es besitzet. Denn was die Hauptursachen eines scharfen Gesichtes, nämlich die Beschaffenheit der sogenannten Feuchtigkeiten im Auge betrifft, so ist noch nicht Zeit davon zu reden. Das Auge ist, gleichwie alle übrige Werkzeuge der Sinnen, bey manchen Personen und Thieren empfindlicher als bey andern; es wird mit der Zeit schwach, stumpf, ja gar unbrauchbar. Alter, Krankheiten und allzulanges oder offtes Betrachten stark leuchtender Dinge, können die Empfindlichkeit des Auges gar gewaltig schwächen. Manches Auge, das entweder von Natur besser beschaffen ist, oder doch besser geschonet würde als ein anderes, wird in einer Entfernung, da das leztere den Strahl gar nicht spüret, noch stark genug davon angegriffen, und um dieser einzigen Ursache willen, sehen manche Leute viel schärfer und weiter in die Ferne als andere.

Indem man sich bemühet, etwas weit entferntes zu betrachten, erweitert sich der Stern so viel als es ihm möglich fället, damit die allzusehr verdünneten Strahlen in desto grösserer Menge einfallen können. Nun erzeiget zwar dieses von der Natur selbst beliebte Mittel allerdings einige Wirkung, nur aber eine ziemlich eingeschränkte; dahingegen die Kunst weit kräftigere, davon an seinem Orte gedacht werden solle, an die Hand giebt.

Personen, welche sehr empfindliche Augen, oder wie man gemeiniglich redet, ein sehr zartes Gesicht ha-

haben, können noch etwas sehen, wenn andern ein gleiches zu thun unmöglich fället. Man hat Beyspiele, von Personen, welche des Nachts ohne Licht zu lesen, und alles was in einem Keller oder finstern Loche war, zu erkennen vermochten. Dagegen sind sie gemeiniglich ausser Stande stark erleuchtete oder hochgefärbte Sachen zu betrachten. Mir sind Personen bekannt, welche das Gassen-Pflaster nicht ansehen können, wenn die Sonne im Sommer darauf scheinet, und die Augen kaum eröfnen dürfen, wenn sie im Schnee gehen. Dergleichen Gesichter werden auch bald müde, wenn es darauf ankommt, lange, absonderlich bey Lichte zu lesen, oder viele Beobachtungen, dabey man die Augen anstrengen muß, nacheinander zu machen.

Die Nachteulen, Katzen und andere Thiere, welche ihre Nahrung des Nachts suchen, haben Augäpfel die sich sehr weit öffnen. Denn da sie bey ihrer Lebensart lauter schwache und äusserst verdünnete Strahlen ins Auge bekommen, so hat ihnen die Natur nicht nur ein Mittel, desto mehr auf einmahl zu fassen, mitgetheilet, sondern auch, allem Vermuthen zu Folge, ihr Auge sehr empfindlich gemachet. Denn sie sind, so viel man wahrnimmet, nicht im Stande, helles Licht zu vertragen; können sie es nicht vermeiden, so ziehen einige den Stern sehr enge zusammen, wofür dann die Natur durch eine eigene Einrichtung ihres Auges ebenfalls gesorget hat.

Daß man etwas in einer grössern oder geringern Ferne erkennet, dazu träget die Beschaffenheit der Sache selbst ebenfalls das ihrige bey. Ist sie ein selbstleuchtender Körper, als etwa eine Flamme oder

etwas dergleichen, so sind alle Punkte ihrer Oberfläche strahlend. Hat nun die Flamme eine grosse Heftigkeit, so würken auch die von ihr in Bewegung gesezten Lichtstrahlen desto stärker, dergestalt siehet man einen brennenden Wachsstock bey der Nacht weiter als ein Johanneswürmgen, alle beede aber viel weiter als einen gleich grossen und gleichweit entferneten dunkeln Körper, den man nach Möglichkeit zu erleuchten suchet. Nichts kommet einem selbstleuchtenden Körper näher als eine polirte Fläche, und hohe Farben, als, weiß, roth, gelb u. s. w. denn sie haben nicht nur eine grössere Menge strahlender Punkte an sich als andere Sachen, sondern es schimmert auch jedweder Punkt stärker. Daher kommt es, daß manches Gebürge, so lange der Schnee darauf lieget, auf 25, 30, ja mehr Meilen weit in die Augen fället, dahingegen man, sobald der Schnee schmelzet, nichts mehr davon siehet,

Endlich, so verursachet auch die Weise, wie ein Körper erleuchtet ist, daß man ihn einmahl viel weiter siehet als das andere. Denn woferne das Licht, das ihn sichtbar machet, nicht unmittelbar aus ihm selbst herkommet, so sind die Würkungen desselbigen, nach dem Verhältnisse seiner ursprünglichen Krafft, der Länge seines zurücke gelegten Weges, und der Mittelkörper, die es vor dem Einfallen ins Auge durchfahren muß, bald stärker bald schwächer. Unterdessen, da diese Betrachtungen eigentlich andern künftig vorkommenden Materien eigen sind, so kann ich vorizt nicht weiter davon reden.

Erwäget man die Verringerung des Lichtes in so ferne sie durch das Auseinanderfahren der Strahlen ver-

verursachet wird, so erachtet man leicht, sie könne bey einer ungemein weiten Entfernung des strahlenden Punktes, durch solche Vergleichungen als der zweyte Versuch angiebt, nicht mehr merklich werden, derogleichen Entfernung ist, wenn der strahlende Punkt an der Oberfläche der Sonne oder eines Fixsternes wäre, (d) indem sodann besagte Strahlen dermassen wenig mehr auseinander fahren, daß man sie dem Sinne nach, für gleichlaufend halten kann. Wäre es möglich, einen Strahl, der aus einem einzigen Punkte der Sonne herkommet, (e) in ein verfinstertes Gemach zu bringen, so würde er ohne Zweifel im geringsten nicht als ein Kegel, sondern vielmehr als eine Walze erscheinen, folglich seine Grösse im geringsten nicht verändern, er möchte in einer Entfernung vom Loche aufgefangen werden, in welcher man wollte. Eben dieses ist die Ursache, warum ein Körper, wenn er Strahlen von so erstaunlicher Länge in Bewegung zu setzen vermag, allemahl auf einerley Weise erscheinet, und es gleich gilt, ob man ihn hundert Meilen näher ansiehet oder nicht. Denn da alle von einem jedweden Punkte deßelbigen ausfahrende Strahlen so gut als gleichlaufend unter sich sind, so fället allemahl, das Auge mag seine Stelle haben wo es will, einerley Menge Strahlen, oder doch beynahe, hinein.



(d) Ja es gehet bey weit kleineren Entfernungen nicht mehr an.

(e) In der Folge wird es sich zeigen, es sey dieses keine leichte Sache; die Rede ist vorizt im geringsten nicht von einem Sonnenstrahle, der durch ein Fensterloch in ein dunkles Zimmer fället.

Doch es wird die Stärke des Lichtes nicht nur durch das unvermeidliche Auseinanderfahren seiner Strahlen verringert, sondern sie wird auch bey dem Durchfahren durch jedweden, auch den allerdurchsichtigsten Körper geschwächet. Es ist, was diesen Punkt betrifft, etwas vergebliches, sich vorzustellen, das Licht finde in einem solchen Körper überall leere Hölungen oder Durchgänge, die nach allen möglichen Richtungen schnur gerade fortliefen, und die über dieses mit einem verloschenen Lichte, das nur wieder in Bewegung gebracht werden dürfe, angefüllet seyen. Denn die Erfahrung lehret, es werde das Aneinanderliegen der Lichtkügelgen hin und wieder durch die eigene Materie des durchsichtigen Körpers unterbrochen, und dadurch das Licht entweder von seiner Bahn abgebracht, oder wohl gar zurücke gewiesen, folglich sein gerader Fortgang um so viel geschwächet. Das allerdünneste und durchsichtigste Glas weiset allemahl einen Theil der darauf fallenden Strahlen ab. Das Wasser mag so helle seyn als es will, so dringen doch, so bald es eine gewisse Tiefe hat, die Lichtstrahlen nicht mehr bis auf seinen Grund. Eben so wenig lässet unsere Luft alle diejenigen Strahlen, welche ihren Weg von den Gestirnen nach unserer Erdkugel nehmen, zu uns kommen, ja wir würden ohne sie, alle Dinge weit besser, und in einer grösseren Weite sehen können.

Es verdienete diese Materie in der That, daß man ihr noch weiter nachdächte, indem sie, der darauf gewendeten Mühe einiger Gelehrten ohnerachtet, noch immer für neue zu halten ist. Es wäre nicht nur angenehm, sondern auch sehr nüzlich, wenn man

recht

recht genau und ausführlich wüste, um wie viel das Licht sowohl an der Oberfläche, als in dem innern der Körper, darein es dringen kann, geschwächet werde, und was für ein Verhältniß zwischen den Graden der Durchsichtigkeit und der Dicke besagter Körper Statt finde. Unterdessen können wir bis zu einer vollständigen Erläuterung dieser Materie mit einer ungemein schönen Abhandlung (f) des Herrn BOUGUER zufrieden seyn. Sie kam im Jahre 1729 heraus, und führet zwar nur den bescheidenen Titel eines Versuches, unterdessen hat ihr seitdeme noch kein Mensch etwas zuzusetzen verlanget, und da es nicht wohl angehet, der Bündigkeit dieses Werkes ohnbeschadet, einen Auszug davon zu machen, so muß ich es unterlassen, und die Leser, welche sich hiezu für genugsam vorbereitet erachten, auf das Buch selbst verweisen.

## III. Versuch.

### Anstalt.

Es erfordert dieser Versuch übrigens mit den beeden vorigen einerley Anstalt, nur muß man beede Löcher a und b, jedwedes mit einem solchen Linsenglase als das Loch c, versorgen, in die beeden Röhrende aber, welche ins Gemach hinein sehen, zwey flache gefärbte Gläser, nämlich ein rothes und ein blaues, einsetzen, damit das von den Spiegeln hinein geworfene Licht, besagte Farben an sich nehme. Zween bis drey



(f) Essai d' Optique sur la gradation de la lumiere.

Schuhe weit vom Kästgen stellet man eine mit schwarzem Tuche überzogene Tafel senkrecht auf die Latte F K, und heftet in ihre Mitte eine Scheibe von weissem Papiere, welche 12 bis 14 Linien im Durchmesser hat. Jedwedes Loch a, b, c, hat eine meßingene Klappe, die man nach Belieben niederlassen und aufschlagen kann.

## Erfolg.

Oefnet man die Klappe des Loches a, so erscheinet auf der papiernen Scheibe am schwarzen Tuche, rothes Licht, gleichwie nach dem Oefnen der Klappe b, blaues; stehet die Klappe c ganz alleine offen, so siehet man ein weit helleres Licht, aber ohne alle Farbe; wird a und b zugleich geöfnet, so bekommet die Scheibe eine Purpurfarbe.

Alles dieses erfolget noch immer, wenn gleich die Tafel näher an die Oefnung, oder weiter weggerücket, oder auch die darauf geheftete papierne Scheibe weiter rechts oder links gerücket wird.

## Ursache.

Weil jedwedes von den Löchern a und b seine Stelle an einem Orte hat, wo die von den Spiegeln abspringende Sonnenstrahlen einander in dem Linsenglase durchkreuzen, so muß man jedwedes für einen dem Loche c ganz ähnlichen strahlenden Punkt ansehen, nur mit dem einzigen Unterschiede, daß sein Licht nachgehends durch ein rothes oder blaues

Glas

Glas gefiebet wird, folglich mit einer solchen Farbe erscheinet.

Weil jedweder strahlende Punkt, als der Mittelpunkt einer grossen Menge auseinanderfahrender Strahlen, die er alle miteinander in Bewegung setzet, anzusehen ist, so würde nicht nur a sondern auch b in einer Entfernung von zween bis drey Schuhen die ganze, ja eine noch weit grössere Tafel erleuchten. Dieses nun ist die Ursache, warum die papierne Scheibe auf dem schwarzen Tuche roth oder blau gefärbet wird, wenn von besagten Löchern eines offen stehet, dagegen aber, wenn das einzige c geöfnet ist, ein Licht ohne alle Farbe zeiget; Gleichfalls rühret es daher, daß man den vorigen Erfolg noch immer wahrnimmet, wenn gleich die papierne Scheibe ihre Stelle an einem andern Orte der Tafel erhält.

Kein Mensch kann es in Zweifel ziehen, daß nicht die ganze Tafel, so groß als sie ist, von jedwedem ihr entgegen stehenden strahlenden Punkte zu gleicher Zeit erleuchtet werden sollte. Denn da die Scheibe nach dem Oefnen der beeden Löcher a und b allemahl eine Purpurfarbe gewinnet, man rücke sie auf der Tafel, wohin man wolle, so ist offenbar, es werde diese Farbe durch die Vermischung des rothen und blauen Lichtes verursachet.

Das Licht, das durch e einfället, färbet die Scheibe zwar nicht, erleuchtet sie aber weit heller als das Licht der andern Löcher, weil es blos durch das Linsenglas gehet, folglich keinen so starken Abgang, als das leztere bey seinem Durchgange durch die gefärbten Gläser leidet. Zwar könnte ich noch eine an-

dere, und eben so wichtige Ursache beybringen, weil man aber vorher wissen muß, wie das Licht eine Sache färben könne, und worinnen es sodann von seinem gewöhnlichen Zustande abgehe, so kann ich vorizt noch nichts davon gedenken.

## IV. Versuch.

### Anstalt.

Die Vorbereitung ist mit der vorigen einerley. Nur gebrauchet man statt der schwarz überzogenen Tafel, ein Blech mit einem 6 Linien weitem runden Loche in der Mitte. Einen Schuh oder 15 Zoll weit hinter das Blech, stellet man eine weisse, nirgend durchlöcherte Pappe.

### Erfolg.

Sind die drey Löcher a b c, geöfnet und strahlen, so erscheinen auf der Pappe drey lichte Scheiben, eine rothe, eine blaue, und eine ungefärbte nebeneinander, nur aber in verkehrter Ordnung der strahlenden Punkte, das ist, die rothe Scheibe, die ihren Ursprung vom Punkte a hat, befindet sich in d, die blaue, ohnerachter sie durch die in b einfallende Strahlen gebildet wird, stehet in f; Die ungefärbete, stehet gleich ihrem Quellpunkte c, in der Mitte e. Man sehe die 9. Figur. Rücket man die Pappe noch weiter von dem durchlöcherten Bleche weg, so erfolget etwas neues. Erstlich, wird jedwede

Schei-

Scheibe grösser als zuvor, zweytens entfernen sich die Mittelpunkte der Seitenscheiben d und f, weiter von der mittelsten.

## Ursache.

Wir haben in dem vorigen Versuche gesehen, man möge die weisse papierne Scheibe auf der schwarz überzogenen Tafel rücken, wohin man wolle, so diene sie allemahl den Lichtkegeln der drey strahlenden Punkte a b c, gleichsam zur gemeinschaftlichen Grundfläche. Weilen nun besagte Lichtkegel die ehemalige Hinderniß in ihrem Wege nicht mehr antreffen, sondern im Gegentheile einen freyen Durchgang durch das Blech finden, so setzen sie ihren Weg weiter fort, behalten aber dabey jedweder seine bisherige Richtung. Dergestalt durchkreutzen der rothe und blaue einander bey dem Durchfahren durch das Blech, und es müssen folglich ihre Grundflächen in umgekehrter Ordnung ihrer Spitzen nebeneinander erscheinen, der Kegel, welcher seine Spitze auf der rechten Hand hat, endiget sich zur Linken, und umgekehret, der zur Linken anfänget, kommet auf die rechte Hand.

Rücket man die Pappe von dem durchbohreten Bleche, darinnen das Durchkreutzen vorgehet, weiter weg, so wird jedwede Lichtscheibe deswegen grösser, weil, vorhin ausgeführter massen, die Strahlen, daraus ihr Lichtkegel bestehet, weiter auseinander fahren; gleichfalls begreifet man leicht, es rücken die Mittelpunkte der beeden gefärbeten Scheiben deßwegen weiter von der mittelsten weg, weil die

Kegel, deren Grundflächen sie sind, nach dem Durchkreutzen immer weiter auseinander fahren.

Bey Gelegenheit dieses von ihrem Durchkreutzen herrührenden Auseinanderfahrens der Lichtkegel, ist die wichtige Anmerkung zu machen, daß die Strahlen bey ihrem Durchkreutzen zwey Wechselwinkel machen, welche folglich einander gleich sind. Hieraus folget: es beruhe die Wechselentfernung der gefärbeten Scheiben d, f, nicht nur auf der Enfernung der Pappe von dem durchbohreten Bleche, sondern auch von der Entfernung der strahlenden Punkte a, b, von dem Orte, da ihre Strahlen einander durchkreutzen. Denn gesetzet, diese leztere Entfernung wäre kleiner, so begreift ein jeder ohne Mühe, es müsten sodann die Strahlen, sowohl vor als nach ihrem Durchkreutzen grössere Winkel als vorizt machen, gleichwie im Gegentheile kleinere, woferne die strahlenden Punkte a, b, von dem Orte des Durchkreutzens weiter entfernet wären.

## Nutzen.

Weil, vorhin erkläreter massen, die Oberfläche einer sichtbaren Sache an allen ihren Punkten Strahlen von sich wirft, und der Stern im Auge, entweder als eine Scheibe, welche die Lichtstrahlen auffänget, oder als ein rundes Loch, das sie durchfallen lässet, angesehen werden kann, so lässet sich alles, was die beeden lezten Versuche zeigeten, ohne Mühe auf das Sehen anwenden, und manches daraus erklären, das zwar an sich selbst einem jedweden, die Ursache davon aber nur wenigen bekannt ist. Da wir vorizt den Bau des Auges noch nicht kennen, so will

ich

sich alles, was seinen Grund hauptsächlich in demselbigen hat, gänzlich weglassen, und nur dasjenige beybringen, was unmittelbar von der Richtung der Strahlen, welche die leuchtenden Punkte einer Sache von sich werfen, und von dem Durchkreutzen derselbigen in dem fördern Theile des Auges herrühret. Dieses nun betrifft die Lage, Grösse, Entfernung, Gestalt und Deutlichkeit der Sache, die man siehet.

Indem das Auge eine Sache betrachtet, wird es gleichsam wie die papierne Scheibe im dritten Versuche, zur Grundfläche einer unzähligen Menge Lichtkegel, deren Spitzen die leuchtenden Punkte der sichtbaren Sache sind. Ohnerachtet nun das Auge seine Stelle verändert, so siehet es doch die vorige Sache noch immer; nicht zwar vermittelst der vorigen Strahlen, sondern vermittelst anderer jenen ganz ähnlicher: darum, weil jedweder Punkt der sichtbaren Oberfläche, eine ganze Halbkugel auseinander fahrender und von ihm belebter Strahlen um sich hat, davon der ins Auge fallende Lichtkegel nur einen sehr geringen Theil beträget.

Allein wie kommet es, daß eine Sache, welche halb roth und halb blau gefärbet ist, dem Auge keine aus beeden Farben vermischte, sondern jedwede besonders zeiget, da doch die papierne Scheibe von dem rothen und blauen Lichte, das im dritten Versuche aus a und b zugleich darauf fiel, purpurfärbig erschien.

Es kommet daher, weil der Stern keinen einzigen Strahl der seinen Bezirk trift, auffangen kann. Er ist eine blosse Oefnung, folglich nicht sowohl der pa-

papiernen Scheibe des III. Versuches, als vielmehr dem Loche in der vierten, das die Strahlen durchfallen lässet, ähnlich. Man muß sich also vorstellen, die Lichtkegel, welche den Stern treffen, führen durch, sie durchkreutzeten sich, gleichwie der rothe und blaue Strahl im Versuche, ohne alle Vermischung, und setzeten hernach ihren Weg bis auf den Grund des Auges fort, woselbst jedweder seine Wirkung an einem besondern Orte erzeiget.

Nun mahlen aber sämtliche ins Auge fallende Strahlen das Bildniß der Sache in demselbigen ab, gleichwie ich, bey der Materie vom deutlichen Sehen ausführlich zeigen will. Da nun im IV. Versuche Fig. 9 der rothe Strahl von der rechten Hand herkam, und nach dem Durchfahren durchs Blech dem Strahle c e zur linken erschien, der blaue hingegen von der linken Seite auf die rechte fuhr, also muß man sich auch vorstellen, daß alle von den sichtbaren Punkten einer Sache ins Auge fahrende Lichtstrahlen einander im Sterne durchkreutzen, folglich die Sache in einer verkehrten Stellung abbilden. Aus eben dieser Ursache siehet man in einem versinsterten Gemache, darein nirgend einiges Licht als durch ein Loch im Fensterladen oder in der Thür fället, die Gestalt der vorbeygehenden sehr deutlich an der Decke oder Wand, nur aber verkehrt.

Es ist eine ausgemachte Wahrheit, daß jedwede dem Auge sichtbare Sache sich hinten an selbigem in einer verkehrten Stellung abbilde. Ein stehender Mensch, wird mit dem Kopfe zu unterst vorgestellet, und seine rechte Hand stehet auf der linken Seite. Man kann sich durch einen sehr angenehmen

men Versuch, der aber wenn er gelingen soll, grosse Sorgfalt erfordert, hievon überzeugen. Man vermachet alle Thüren und Fenster eines Gemaches auf das fleißigste, damit es stokfinster werde, hernach bohret man ein Loch, etwa einen halben Zoll groß, durch einen Fensterladen und setzet ein frisches Kalbs- oder Schafsauge hinein; Von dem Auge muß man vorher alle Häute, biß auf die lezte, welche unmittelbar an der sogenannten gläsernen Feuchtigkeit lieget, abschelen; hat man nun alles gehörig veranstaltet, absonderlich aber das Auge durch Drücken nicht etwa in Unordnung gebracht, so sehen die im Gemache anwesende Personen alle aussen vorhandene Sachen mit allen ihrem Bewegungen und Farben, hinten im Auge, in verkehrter Stellung, abgemahlet.

Verwundert man sich darüber, daß man eine Sache dennoch in ihrer rechten Stellung sehe, ohnerachtet sie im Auge verkehrt abgebildet werde, so muß man erwägen, es sey diese Abbildung und das darauf folgende Urtheil der Seele, im geringsten nicht einerley. Ansehen und sehen sind zwey weit unterschiedene Dinge; und verhoffe ich bloß vermittelst dieses Unterschiedes den Grund der Erscheinung, davon die Rede ist, anzugeben, ohne mich dabey, wie einige berühmte Männer thaten, allzutief in die Metaphysik zu wagen, noch dergleichen gezwungene Sätze, als man hin und wieder findet, voraus zuschicken. Eine Sache ansehen, heisset sich gegen sie wenden, damit ihr Bild hinten im Auge abgemahlet werde. Ohnerachtet aber dieses Bild daselbst mit allen seinen Farben auf das lebhaftigste

 ent-

entworfen wird, so sehen wir doch die Sache selbst im geringsten nicht, es errege dann oder erwecke die im Auge vorgehende Empfindung einen Begriff von ihrer Gegenwart in uns, und veranlasse uns, ihre Grösse, Lage, Entfernung, Farbe, Bewegung, u. s. w. zu beurtheilen. Daß die blosse Abbildung der Sache keinesweges zum Sehen hinlänglich sey, das erhellet zur Genüge daraus, weil sie vermöge des nur angeführeten Versuches, in dem Auge eines verstorbenen Körpers eben sowohl, als eines lebenden, geschiehet; Nebst deme bilden sich, so oft wir die Augen bey Tage öfnen, eine Menge Sachen darinne ab, die wir dem ohnerachtet nicht sehen, darum, weil die Seele mit andern Dingen beschäftiget ist, und auf das, was im Auge vorgehet, nicht Acht giebet, gleichwie denn dieses bey jedwedem Sinne zu geschehen pfleget.

Sehen ist also eine Handlung der Seele, dadurch wir die Ursache der im Auge vorgehenden Empfindung, oder welches einerley, die hinten im Auge abgebildete Sache, in eine gewisse Entfernung von uns setzen. Es bestehet aber dieses Bild aus lauter Punkten, davon jedweder durch einen von der sichtbaren Sache herkommenden Strahlenpinsel aufgedrucket wird. Wir wollen diese Pinsel in einzelne Strahlen verwandeln, sonst nichts als ihre Achse an ihnen betrachten, und annehmen, A B Fig. 10. wären die äussersten Enden eines Pfeiles, den ich ansehe, C aber seine Mitte. Bey diesen drey Punkten und ihrer Abbildung können wir das, was uns der IV. Versuch zeigete, anbringen; weil die äussersten Strahlen einander an dem mittelsten in

E durchkreutzen, so müssen sie zulezt nach a und b kommen, mithin in der Linie D D eine gegen die vorige gerade umgewendete Stellung erhalten.

Vorizt müssen wir uns an etwas vorhin beygebrachtes erinnern, nämlich, daß wir gewohnet sind, die gesehene Sache an das Ende der Lichtkegel, die uns dieselbige sichtbar machen, zu setzen. Ist gleich dieses nicht allemahl wahr, was das Schätzen der Entfernung betrifft, so ist es doch, in Absicht auf die Richtung, ohne allen Widerspruch und unfehlbar, und eben darauf beruhet das Hauptwerk der gegenwärtigen Frage. Es ist demnach ausser allen Zweifel, und wird es niemanden seltsam vorkommen, wenn ich dasjenige, was mein Auge an dem Punkte c empfindet, in den Ort C setze; und warum sollte ich nicht eben sowohl den Ort der gesehenen Sache nach A setzen, wenn ihr Bild im Punkte a des Auges abgemahlet ist, folglich auch die Spitze des Pfeiles, die mich durch den Strahl B b berühret, nach B; denn es sind die beeden lezztern Urtheile eben so richtig als das erste, und ich kann jedweden Punkt der sichtbaren Sache auf gleiche Weise beurtheilen.

Ist es nun aber nicht höchst wunderbar und schwer zu erklären, daß ich das pfeilende A, höher als C, das Ende B hingegen tiefer als C sehe, ohnerachtet ich jedweden Punkt des Pfeiles an das Ende des Lichtstrahles, der mir ihn abmahlet, setze? oder, welches einerley, daß ich den Pfeil gerade sehe, ohnerachtet er im Auge verkehrt abgebildet wird? Ich frage dagegen: Muß nicht vielmehr dieses nothwendiger Weise also erfolgen? darum, weil ich

den

den Pfeil, vermittelst solcher Strahlen, die einander durchkreutzeten, sehe, und weil ich von Natur dazu geneigt bin, jedweden Punkt der gesehenen Sache an das Ende des Strahles, der mir ihn sichtbar machet, zu setzen.

Wir wollen also den seltsamen Einfall, den einige hatten, bey Seite setzen, als ob wir nämlich alle Dinge in der That verkehret sähen, und ihre wahre Stellung bloß durch eine lange Uebung und Erfahrung beurtheilen lerneten. Denn die allerersten Bewegungen, damit die Kinder oder Thiere bey ihrem Eintritte in die Welt ihr Verlangen zu erkennen geben, sind ein kräftiger Beweis des Gegentheiles. Es ist vielmehr platterdinges unmöglich, daß wir vermittelst solcher Strahlen, die einander bey dem Einfahren ins Auge durchkreutzen, eine Sache jemahlen anders als in ihrer natürlichen Stellung zu sehen vermöchten, man wolle denn etwas, das nicht den geringsten Grund hat, voraus setzen, als ob wir nämlich bey dem Sehen ganz anders als bey den übrigen Sinnen verführen, und die ausser uns befindlichen Dinge mit den Zeichen oder Merkmahlen, dadurch uns die Natur dieselbigen empfinden lässet, keinesweges in einerley Richtung setzeten. Insgemein saget man von einer Person, welche die Grösse einer Sache oder ihre Entfernung genau zu schätzen weiß, sie habe ein scharfes Augenmaas. Diese Redensart schicket sich sehr wohl auf die Winkel, welche die von den äussersten Enden einer Sache herkommende Strahlen bey ihrem Durchkreutzen im Auge machen, und die wir künftighin optische oder **Sehewinkel** nennen wollen. Indem

diese gerade Linien einander durchschneiden, Fig. 10. verrichten sie das Amt eines Doppelzirkels, dessen beede kurze Füsse sich hinten im Auge nach eben dem Verhältnisse öfnen, als die beeden langen Füsse bey dem Berühren der beeden äussersten Enden der gesehenen Sache. Zwar hat in diesem Verstande jedermann ein Maas im Auge, nur weis es einer besser zu gebrauchen als der andere, das ist, er kann, vermittelst einer allen Sehenden gewöhnlichen Empfindung, die Grösse einer Sache genau angeben, oder beurtheilen, und dergleichen Personen verstehet man eigentlich durch die angeführte Redensart.

Je grösser also die Winkel sind, welche die Höhe, Länge oder Breite einer Sache ausmessen, desto grösser kommet uns die Sache selbst vor, darum, weil sodann ihre Höhe oder Breite hinten im Auge einen dem äussern Winkel gleich grossen zu ihrem Maaße bekommet, folglich ihr daraus entstehendes Bild einen desto grössern Raum daselbst einnimmet. Dergestalt ist der Mond in unsern Augen weit grösser als Mars, Jupiter oder Saturnus, weil nämlich die Winkel, welche seine sichtbare Scheibe ausmessen, weit grösser sind, als die Winkel, unter welchen wir andere Planeten erblicken.

Allein je weiter eine Sache sich von uns entfernet, desto spitziger werden, gleichwie H E I Fig. 10 zeiget, die besagten Winkel, folglich verringert sich auch, zu verstehen überhaupt, und soviel das Sehen betrifft, die Grösse einer Sache eben also, wie die Grösse ihrer Entfernung zunimmet: oder, welches einerley, ihr Bild ist in einer doppelten Entfernung nur halb so groß im Auge, als in der einfachen.

Ueberschreitet die Verkürzung des Bildes ein gewisses Maas, so verschwindet entweder die Sache gänzlich aus unserm Gesichte, oder wir können nichts mehr an ihr unterscheiden, indem sodann die Abbildung ihrer Theile im Auge allzusehr ineinander fället. Dem Vorgeben nach, verliehret das Gesichte eines Menschen die Deutlichkeit, wenn die Grösse der Sehewinkel keine halbe Minute eines Grades mehr beträget. (g)

Ist diese Schätzung richtig, so muß den Thieren, welche entweder grössere oder kleinere Augen, als wir, haben, eine Sache auch entweder langsamer oder eher als uns, aus dem Gesichte verschwinden. Denn wiewohl bey einerley Auge die Grösse des Bildes bloß auf der Grösse der Sehewinkel beruhet, so muß sie doch zwischen dem kleinesten und grösten Auge eben also abwechseln, wie die jedesmahlige Entfernung zwischen dem Orte, da die Strahlen sich durchkreutzen, und demjenigen, da sie auffallen und das Bild mahlen; dergestalt wäre eben das Bild, welches für ein Auge, wie D D, ganz genau die rechte Grösse hätte, unter eben demselbigen Winkel, für ein anderes Auge, dessen Grund wie G G ist, viel zu klein, gleichwie hinwiederum mehr als hinreichend, für ein drittes Auge, darinnen es seine Stel-

le

(g) Den Doctor Hook zufolge, wird eine am Himmel befindliche Sache unsichtbar, wenn ihr Maas in des Beobachters Auge ein Winkel ist, der keine halbe Minute beträget. Anmerckung zu des Hevelius Machina cœlesti S. 8 Für Dinge welche nicht so stark leuchten als die Sterne, muß der Winkel grösser seyn.

le bis in F F haben könnte. Sollte sich die Sache gleichwohl anders verhalten, so müste die Natur bey sehr kleinen Thieren die geringe Grösse ihrer Augen durch das zarte Gefühle der Fasern, welche das Licht empfinden, ersetzet haben. Ja, erwäget man, daß der Raubvogel, wenn er hundert Schuhe hoch über der Erde schwebet, das Rebhun noch immer siehet, so sollte man diese Muthmassung in der That für gegründet halten.

Da nun das blosse Entfernen einer Sache schon dazu hinreichet, daß wir sie unter einem spitzigern Winkel, als vorhin, sehen, so ist leicht zubegreifen, warum wir bey dem Schätzen ihrer Grösse auf den Raum zwischen ihr und uns Acht haben. Wir nehmen ein Thier auf freyem Felde wahr, das wir wegen seiner wenigen Grösse lieber für ein Schaaf, oder für etwas noch kleiners halten möchten, allein da wir zu gleicher Zeit auch wahrnehmen, es sey wohl eine Viertelstunde weit von uns entfernet, so fället uns ein, es könne wohl irgend ein Pferd, oder ein Stük Rindvieh seyn; Gesezt nun, es wäre uns diese Entfernung unbekannt oder verborgen, so würden wir keinesweges im Stande seyn, die wahre Grösse aus der scheinbaren zu ermessen, absonderlich wenn wir die Sache nicht kenneten, noch sie jemahls in der Nähe gesehen hätten. Es begegnet dieses Personen, welche zum erstenmahl über ein Gebirge reisen und von diesem Berge nach einem andern sehen, ohne dabey zu wissen oder zu erwägen, daß ein sehr geräumiges Thal zwischen beeden liege. Eben dieses verleitet auch diejenigen in Irrthum, welche unversehens eine ganz freystehende Sache erblicken, denn sie haben Zeit und

Nachdenken dazu nöthig, biß sie dieselbige erkennen. Die Ursache ist, weil man wenigstens doch vermittelst eines dunkeln Begriffes, und aus langer Gewohnheit weis, die scheinbare Grösse vermindere sich beständig, je weiter das Auge von der Sache wegkomme, und man könne folglich nimmermehr sagen, wie groß dieselbe eigentlich sey, woferne man nicht vorläufig ihre Entfernung schätzen könne.

Gleichwie uns nun die Grösse der Entfernung, wenn wir sie wissen, dazu hilft, daß wir die Grösse einer uns unbekannten Sache daraus ermessen, also erzeiget uns auch die scheinbare Grösse einer wohlbekannten Sache zwar niemahls ganz genau, doch aber vermittelst eines hinlänglichen Uberschlages, wie weit sie von uns entfernet sey. Sobald mir ein Mensch, ein Pferd, ein Baum, ein Haus u. s. w. viel kleiner, als gewöhnlich, vorkommet, so schliesse ich, ohne sonderlich zu irren, es müste so und so weit von mir entfernet seyn. Ganz ein anderes ist es hingegen, wenn die Sache eine wirkliche Grösse hat, die ich nimmermehr vermuthen kann. Man versetze, zum Beyspiele, einen Pariser, der sein Tage keine andere Berge als den Montmartre oder Montvalerien (h) gesehen hat, an die Alpen oder ans pyrenäische Gebirge, so wird er einen Berg, der wohl zwölf Meilen weit von ihm stehet, in ein paar Stunden zu erreichen vermeynen. Denn, da er von dergleichen ungeheuren Steinklumpen nicht den mindesten Begriff hat, so weiß er auch nicht, wie

weil

(h) Sind zween kleine Berge in der Gegend von Paris.

weit ihre Scheinbare Grösse von der wahren abgehe, noch vermag er ihre Entfernung daraus zu schäzzen. Es ist auch in einem solchen Falle zu besagter Schätzung kein anderes Mittel übrig, als daß man auf die zwischen uns und der Sache befindliche Dinge, und auf das bey weiten Entfernungen gewöhnliche Abnehmen des Lichtes Acht gebe.

Ja es tragen auch die zwischen der Sache und uns befindliche Dinge sodann noch zum Schätzen der Entfernung nicht wenig bey, wenn wir die entfernete Sache kennen. Indem das Auge die besagten Dinge durchgehet, und gleichsam einen Überschlag machet, wie weit eines von dem andern liege, so findet es endlich die ganze Summe. Fället dieses entweder nicht möglich, oder man denket in der Übereilung nicht daran, so schätzet man die Entfernung allemahl geringer als sie wirklich ist. Wer nicht gewohnet ist, auf der See auszusehen dem dünkt eine zehn Meilen weit entfernte Insel kaum zwo bis drey Meilen vom Schiffe zu liegen. Die Ursache ist, weil das Auge in dem dazwischen befindlichen Wasserraume kein Merkmahl antrifft, dabey es ihn abtheilen, und dergestalt seine Grösse Stükweise ermessen könnte. Fast eben diese Bewandniß hat es auch mit einer Sache, zwischen welcher und uns, eine gewaltig grosse Ebene ohne Bäume, Häuser oder andere Merkmahle, die das Auge zu fassen vermöchte, lieget; Ja, wenn es seine Richtigkeit damit hat, daß eine Ente in einem Teiche leichter zu fehlen sey als auf freyem Felde, so kommet es, weil ich den Versuch ausdrüklich angestellet habe, im geringsten nicht daher, als ob das Bley etwas von seiner

ner Geschwindigkeit im Wasser verliehre, gleichwie man sich insgemein einbildet, sondern die Ursache ist vielmehr, weil man die Entfernung nicht genau genug schätzet, folglich ohne sein Wissen zu weit schiesset. Nebst deme sind ja auch die Federn und die Haut eines Wasservogels nicht selten schwehrer zu durchschiessen, als einer Wachtel oder eines Rebhuhnes.

Wie weit zwo Sachen die wir zu gleicher Zeit wahrnehmen, voneinander entfernet seyn, das beurtheilen wir ebenfalls vermittelst der Sehewinkel. Denn sie sind in Absicht auf das Auge die beeden äussersten Endpunkte eines einzigen Körpers, und, mit einem Worte, eben das, was in den lezten Versuchen die strahlenden Punkte a und b in Absicht auf das Loch im Bleche waren.

Eben dieses ist die Ursache, warum uns das äusserste Ende eines mit Bäumen besezten Spazierganges weit enger und niedriger zu seyn bedünket, als dasjenige, darein wir treten, ohnerachtet die Bäume nicht nur schnurgleich gesetzet, sondern auch allemiteinander von gleicher Höhe sind. Denn es zeiget die 11. Fig. daß die Strahlen, welche von einem Paare entferneter Bäume ins Auge fallen, spitzigere Winkel machen, als die von einem nahen Paare; eben diese Beschaffenheit hat es auch mit den Strahlen, welche vom Gipfel und von der Wurzel eines jedweden Baumes herkommen.

Auf gleiche Weise ist es auch mit jedweder Sache beschaffen, wenn sie eine grosse Länge und zwo gleichlaufende Linien oder Flächen zu Seitengränzen

hat;

hat; Also scheinet uns, zum Beyspiele, eine Wiese zwischen zween Wassergräben oder ein langer Teich, an dem entferneten Ende allemahl schmähler, als an dem nächsten, ohnerachtet sowohl die Wiese, als der Teich, ganz genau die Gestalt eines länglichten Viereckes hat. Treten wir in einen langen Saal, so scheinet er uns an jenem Ende niedriger zu seyn, als an diesem, darum, weil der Sehewinkel, welcher die Höhe der Decke vom Fußboden misset, nothwendig kleiner wird, wenn er das Maas in einer grössern Entfernung vom Auge nimmet.

Stellen dergleichen Dinge dem Zuschauer nur eine einzige Fläche oder Linie vor, so wie etwa eine Wand, oder eine Reihe Soldaten thut, so muß daß Auge, woferne es alles auf einmahl übersehen will, seine Selle, wie in der 12. Fig. seitwärts neben dem einem Ende nehmen. Dergestalt ersetzet es die abgängige Parallellinie oder Reihe, durch die Richtung seiner Aussicht. Es vergleichet nämlich alle Punkte der Reihe, z. E. 1. 2. 3. 4. u. s. w. mit der Linie P Q welche die verlängerte Achse des Augapfels vorstellet. Je kleiner nun der Winkel wird, den der Sehestrahl eines Punktes mit dieser Achse machet, desto näher scheinet der Punkt selbst bey ihr zu stehen es machen folglich; alle diese Punkte zusammen genommen dem Ansehen nach eine Linie, welche sich der Achse beständig nähert.

Wer unten an einem Graben oder Teiche stehet, dem scheinet die Oberfläche des Wassers nicht so, wie sie wirklich ist, nämlich wasserrecht zu seyn, sondern es kommt ihm vor, als ob das Wasser sich de-

sto mehr erhebe, je weiter es von ihm weglauft. Die Ursache davon ist die vorige, gleichwie auch, warum uns eine lange Mauer, ohnerachtet sie mit unserm Wege schnurgerade gleichlauft, gleichwohl also vorkommt, als ob sie denselbigen abschneiden wollte; ingleichen, warum einer, der etliche Schritte weit von einem Thurme auf den Rücken lieget, und ihn betrachtet, nicht anders gedenken sollte, als er werde den Augenblik über ihn herfallen, ohnerachtet selbiger in der That vollkommen bleyrecht da stehet.

Eine weit entfernete Sache siehet man sehr selten in ihrer eigentlichen Gestalt; Denn die Gestalt eines Körpers ist die Ordnung, in welcher seine Theile nebeneinander vorhanden sind, diese Ordnung aber, oder diese Stellung der Theile gegeneinander, verändert sich, was den äusserlichen Schein betrift, eben also, wie die Winkel, darunter man den Umfang des Körpers siehet. Gesezt, man sähe eine Reihe Bäume in solcher Ordnung, wie R R, Fig. 13. eine Stunde weit von sich auf einer Anhöhe stehen, so werden sie, ihrer wirklichen Stellung gemäs, in gerader Linie, und ohngefehr gleichweit voneinander scheinen: denn da der Sehewinkel eines Baumpaares ohngefehr so groß ist, als des andern, so wird auch die Abbildung der ganzen Reihe ihr selbst im Auge ganz ähnlich.

Allein, gesezt, die Bäume stünden in einem ausgebogenen halben Monde, wie S T V, Fig. 14. so würde man sie in der geraden Linie S V, und gegen beede Ende dichter zusammen gerücket, als in der Mitte sehen. Die Ursache ist, weil uns die allzu-

weite

weite Entfernung verhindert, den Unterscheid zwischen dem Auseinanderfahren der Lichtkegel, welche uns die Punkte 1. 2. 3. 4. u. s. w. sichtbar machen, zu bemerken, folglich auch wahrzunehmen, daß uns die Mitte des halben Mondes näher sey, als seine beede Spitzen. Ferner, indem die Sehewinkel, darunter wir die bey S und V stehende Bäume erblicken, kleiner sind, als die übrigen, so dünket es uns, als ob bey T ein grösserer Raum zwischen zween Bäumen sey, als gegen das Ende der Reihe. Die Sonne und der Mond kommen uns, ohnerachtet sie wirkliche Kugeln sind, nur als bloße Scheiben, und ohne die geringste Ausbauchung vor, darum, weil alle Linien, daraus diese Ausbauchung bestehet, unserm Auge eben also, wie der ausgebogene halbe Mond S T V, das ist, wie lauter gerade Linien, erscheinen.

Was solche Dinge betrift, welche aus geraden Linien oder platten Flächen bestehen, und eine gewaltige Grösse haben, so betrüget uns ihre scheinbare Gestalt blos deswegen, weil wir nicht alle zu ihnen gehörige Theile in einerley Entfernung sehen. Denn aus dieser Ursache bedünket uns das Verhältniß ihrer Grösse gegeneinander, viel anders zu seyn, als es wirklich beschaffen ist. Also scheinet uns ein völlig viereckigter Teich, an dem entfernten Ende, weit schmäler, als an dem nächsten. Unterdessen hat doch auch die Irrung an der scheinbaren Gestalt sehr oft, ja meistentheils nebst der iziterwähneten, noch eine andere Ursache. Es stehen nämlich manche Theile der gesehenen Sache dem Sehewinkel schief entgegen, manche hingegen gera-

de. Gesezt, ich stünde auf einer Anhöhe im Garten, und betrachtete von selbiger einen völlig viereckigten Saatacker, dessen Breite mir vorkäme, wie A B, Fig. 15. die Länge aber wie A G, so dünket mich der Acker kleiner zu seyn, als er wirklich ist, darum, weil der Winkel, darunter ich seine Länge sehe, an statt daß er dem Winkel für die Breite gleich seyn sollte, vielmehr kleiner wird, und nicht mehr als A a beträget.

Nunmehr wird es begreiflich seyn, warum mir eine entfernete Sache ganz anders vorkomme, wenn ich sie auf einer andern Stelle betrachte. Es kann geschehen, daß die scheinbare Grösse einer Seite auf der neuen Stelle eine Veränderung leide, ja gar verschwinde, dahingegen die Grösse der andern, woferne man den Unterscheid der Entfernungen ausnimmet, wie vorhin verbleibet; dergestalt, daß man einen Körper für eine Fläche, eine Fläche für eine Linie, eine Linie für einen Punkt ansiehet. Gesezt, ein in der Ferne liegendes weisses Marmorstücke, zeige dem Auge nur eine einzige von seinen Oberflächen, so wird es den Stein für eine hingebreitete Leinwand ansehen. Befindet sich eine Wetterfahne ganz genau in der Fläche des Sehewinkels, der seine Höhe misset, so siehet man die blose Stange, daran sie sich wendet, von ihr selbst aber nicht das geringste; Stehet man der Mündung eines Stückes gerade gegenüber, so siehet man nichts als eine schwarze Scheibe mit einem metallenen Ringe eingefasset, u. s. w.

Wer perspektivisch zeichnen will, der kann nie zu viel Sorgfalt auf die Veränderung der Sehewin-

kel

kel wenden, sie mag nun von der Entfernung der Sachen, oder von ihrer, in Absicht auf das Auge, veränderten Stellung, herrühren. Denn da diese ganze Kunst blos darinn bestehet, daß man die Sachen also vorstelle, wie sie dem Auge erscheinen, nur besagte Erscheinung aber hauptsächlich auf den Sehewinkeln beruhet, so kann der Künstler ohnmöglich viel tüchtiges machen, woferne er nicht das bisher erwähnete entweder aus Regeln, oder durch lange Uebung gelernet hat. Ja, es ist dieses noch nicht einmahl genug für ihn. Denn, da man bey dem Abzeichnen, die Sachen meistentheils auf einer horizontalen Fläche vor sich liegen siehet, und sie dem ohnerachtet auf einer vertical stehenden Tafel abbilden muß, so muß der Künstler nicht nur den Werth der Winkel, in Absicht auf den Augpunkt, fleißig beobachten, sondern auch erwägen, an welchen Punkten besagte Winkel eine Fläche von solcher Stellung, als das Gemählde bekommen solle, durchschneiden würden, denn auf diese Weise wird er keinen einzigen Theil der Landschaft oder Sache grösser oder kleiner zeichnen, als es das richtige Verhältniß erfordert. Zum Beyspiele, man wollte eine Reihe Bäume zeichnen, die man in der Linie E F, Fig. 16. vor sich siehet. In diesem Falle ist es nicht genug, daß man weiß, besagte Reihe habe den Winkel E G F zu ihrem Maasse; Der Künstler muß über dieses noch erwägen, daß eben diese Baumreihe, wenn sie unter dem besagten Winkel E G F, auf einer verticalen Fläche, dergleichen ein Gemählde ist, gesehen wird, nicht mehr Raum als e f einnimmet, und daß man die Bäume, daraus

sie

sie bestehet, in eben dem Verhältnisse, als sie vom Auge entfernet sind, verkürzen muß, woraus dann folget, der vörderste Baum müsse grösser gezeichnet werden, als der zweyte, und der dritte noch kleiner, als dieser.

Hieraus siehet man, daß Sachen, die auf einer horizontalen oder wasserrechten Fläche weit auseinander stehen, im Gegentheile sehr nahe zusammen kommen, woferne man sie auf eine verticale Fläche perspektivisch zeichnet. Wiederum; behielte das Auge seine vorige Stelle, und man gäbe dem vorigen Gemählde eine horizontale Lage, gleich E F, so würde man, ohnerachtet es zuvor der Natur ähnlich schien, nun nicht mehr sehen können, was es seyn solle, sondern der Mahler müste wieder von forne anfangen, und die Bäume eben so weit auseinander zeichnen, als sie in der Linie E F stehen; sodann würde dem Auge, wenn es in G ist, die ganze Baumreihe sehr deutlich, und in gehörigem Verhältnisse, dahingegen in jedweder andern Stelle sehr verworren, und ungestaltet erscheinen, und findet man dergleichen Gemählde, welche ausdrüklich dazu verfertiget sind, um dem Gesichte einen Betrug zu spielen, in allen Kunstkammern.

Alles was ich bisher von der scheinbaren Lage, Grösse und Gestalt einer Sache gesprochen habe, das ist auch von ihrer sichtbaren Bewegung zu verstehen. Die Abbildung eines in Bewegung begriffenen Körpers, verändert ihre Stelle im Auge so gut, als er die seinige. Demnach muß man sich die Lichtstrahlen, welche das bewegliche Bild ins Auge mahlen, als lauter gerade Linien vorstellen, welche nicht nur,

oben ausgeführter massen, einander forne im Auge durchkreuzen, sondern auch sich allemiteinander um ihren gemeinschaftlichen Durchschneidungspunkt drehen, auf welche Weise es denn geschiehet, daß sie hinten am Auge von der Linken zur Rechten fortstreichen, wenn die Sache selbst von der Rechten zur Linken beweget wird.

Es werden demnach die Bewegungen der gesehenen Sache eben sowohl in verkehrter Ordnung hinten am Auge vorgestellet, als die Theile derselbigen, und kann man sich hievon, vermittelst des oben erwähneten Versuches mit dem Kalbsauge, überzeugen. Auch fället es nicht schwer zu begreifen, warum wir einen Körper von der Rechten gegen die Linke gehen sehen, ohnerachtet diese Bewegung hinten im Auge gerade umgekehrt vorgestellet wird, ich sage, es fället nicht schwer, woferne man weis, warum wir jedwede Sache in ihrer natürlichen Stellung sehen, ohnerachtet die von ihr ins Auge fallende Strahlen sich bey dem Hineinfahren durchkreutzen. Der Lichtstrahl, welcher uns die Bewegung sichtbar machet, drehet sich eben also, wie etwa ein Minutenzeiger, um einen Punkt seiner Länge, demnach muß dasjenige Ende von ihm, das den Grund des Auges berühret, freylich gegen die linke Seite fortrücken, wenn sein äusseres Ende rechts fortrücket: Nun sezzen wir aber jedwede Sache an denjenigen Ort, daher der Strahl ins Auge fället, folglich sehen wir auch die Bewegung wie sie wirklich geschiehet, ohnerachtet der Strahl wiedersinnisch im Auge fortrücket.

Was die Geschwindigkeit einer Bewegung betrift, so gebrauchen wir zu ihrem Maasse, erstlich die Zeit, darinn sie vorgehet, und zweytens den Raum, welchen der Körper durchlauft. Nur scheinet uns dieser Raum nicht allemahl so wie er ist. Denn wir beurtheilen ihn eben so wie die Grösse, nämlich vermittelst der Sehewinkel, welche ihn entweder ganz, oder stükweise beschränken, diese Schätzung aber erfordert, wenn sie richtig seyn soll, eine doppelte Bedingung. Erstlich müssen wir die Entfernung zwischen uns und dem bewegten Körper wissen. Gesezt, wir sähen eine Person auf dem Felde gehen, und es dünkete uns, ihre Bewegung geschehe in der Linie K I, da sie doch in einer grössern Entfernung, nämlich in der Linie L M. Fig. 17 geschiehet, so werden wir ihre Bewegung für langsamer, als sie wirklich ist, ansehen, denn da die Person in einer gewissen Zeit von M bis nach L. kommet, so denken wir, sie habe nur den Raum zwischen K und I, welcher weit kleiner als jener ist, durchgangen.

Die zweyte Bedingung ist, es müsse der durchlaufene Raum, dem Auge gerade, nicht aber schief wie I M, Fig. 17. entgegen stehen, weil wir ihn in einem solchen Falle abermahls zu klein schätzen. Gesezt, eine Person gienge von M nach I, so würde es uns vorkommen, als ob sie nur den Weg K I, welcher viel kürzer ist, zurük geleget hätte, und wir könnten diese Irrung auf keine andere Weise vermeiden, als durch Beobachtung gewisser Umstände, welche aber nicht allemahl vorkommen, oder auch, wenn die Be-

wegung in einer grossen Entfernung geschiehet, nicht merklich genug fallen.

Wenn also zwo Personen zu gleicher Zeit, eine den Weg L C M; die andere den Weg I H K machten, so wird es uns aus berührter Ursache scheinen, als ob eine geschwinder gienge, als die andere. Die leztere nämlich wird uns schneller zu laufen, oder grössere Schritte zu machen bedünken. Ja, es könnte sehr leicht geschehen, daß wir die Hurtigste für die Langsamste ansähen.

Eine Bewegung fället gar unmerklich, wenn der in einer Secunde Zeit durchlaufene Raum, einen Sehewinkel, der nicht über 20. Secunden eines Grades beträget, zu seinem Maasse hat. Ja, ohnerachtet der Stundenzeiger einer Wanduhr in einem noch geschwindern, als dem nur angegebenen Verhältnisse fortrücket, so ist doch kein menschliches Auge im Stande, seine Bewegung zu merken, es mag so scharf seyn, und so genau Achtung geben, als es immer will. Noch muß ich hierbey erinnern, es könne in einer allzuweiten Entfernung die allerschnelleste Bewegung unmerklich fallen. Gesezt, es wären die Strahlen pL, und pN, dermassen lang, daß ein hundert Ruthen langes Stük von der Linie L M nur einen Winkel von 18 bis 20 Secunden zu seinem Maasse bekäme, so würde ein Körper, der diese Linie durchliefe, dem Auge unbeweglich scheinen, seine Geschwindigkeit möchte übrigens so groß als sie wollte, ja gar der Geschwindigkeit einer Stükkugel ähnlich seyn. Eben dieses ist die Ursache, warum wir nie sehen können, wie weit die Sonne oder der Mond in einer Secunde fortrücke, ohnerachtet

sie

sie alle beede weit schneller, als eine Stükkugel, forteilen.

Wenn ich von dem täglichen Umlaufe der Sonne oder des Mondes rede, so verstehe ich durch diese Redensart nur das von einem solchen Gestirne veranlassete Fortrücken des Sehestrahles in des Zuschauers Auge, indem dieses allemahl eben dasselbige bleiben müste, die Sonne möchte sich nun in der That, oder nur dem Ansehen nach, bewegen. Die Ursache ist, weil das Bild eben sowohl und in eben dem Verhältnisse im Auge fortrücket, wenn die Sache stillestehet, und das Auge seine Stelle verändert, als wenn das Auge auf einer Stelle bleibet, und die Sache vor ihm vorbey lauft. Dergestalt schreibet ein Schiffender, wenn er nicht auf das beständige Fortrücken seines Fahrzeuges Achtung giebt, dem Ufer, den Bäumen und Häusern alle die scheinbaren Bewegungen zu, welche die stetige Veränderung der Stelle in seinem Auge verursachet.

Behält die bewegte Sache beständig einerley Richtung, so beschreibet sie eine gerade Linie, und wir können sie immer darauf fortrücken sehen, woferne nur die Punkte besagter Linie, darauf die scheinbare Bewegung geschiehet, durch die Sehewinkel deutlich vorgestellet werden können, oder welches einerley, wenn die Strahlen, welche von erwähnten Punkten ins Auge fallen, Winkel von hinlänglicher Grösse machen. Denn, woferne die Winkel allzuspitzig, oder gar null werden, gleichwie sodann geschiehet, wenn die Sache in gerader Linie von uns weg, oder auf uns zulauft, so wird auch die Bewegung unmerklich; es dünket uns, die bewegte Sa-

che komme nicht von der Stelle, und wir merken es erst nach einiger Zeit, daß sie nunmehr näher bey uns seyn muß, als zuvor, darum weil sie uns grösser, heller und deutlicher erscheinet.

Verändert ein Körper im Fortrücken seine Richtung oft und unvermerkt, so beschreibet er eine krumme Linie, die wir sehr wohl bemerken, woferne wir nur die Fläche, die sie einschliesset, sehen können. Im Gegentheile werden wir nie weder einer ausgebogenen Krümmung, wie Q R S Fig. 18. noch einer eingebogenen wie T V X gewahr, woferne die Achse des Sehens in eben derselbigen Fläche sich befindet. Gesezt, man drehe einen Kronleuchter, darauf aber nur eine einzige brennende Kerze stecket, im Kreise herum, so beschreibet das brennende Licht zwar einen Zirkel wie R Γ V X, nichts destoweniger siehet man in der Ferne weiter nichts, als eine abwechselnde Bewegung in der Linie Γ X, von der Linken zur Rechten, und von der Rechten zur Linken. Aus eben dieser Ursache scheinen die Flügel einer Windmühle einem entferneten Zuschauer im geringsten nicht in einem Kreise herum, sondern von unten in die Höhe, oder von oben herab, zu laufen.

Was ich von der scheinbaren Grösse einer Sache gesaget habe, das setzet allemahl voraus, man beurtheile sie vermittelst der Sehewinkel und nach Maasgabe des Grades der Entfernung. Auch ist dieses, nach meinem Erachten, eben dasjenige, was die Natur verlanget. Denn vermittelst besagter Winkel setzet sich ja das Bild der gesehenen Sache, so viel die Grösse betrift, in ein Verhältniß mit dem Auge, es misset sich dagegen, und verändert sich, so wie es

die Entfernung und Stellung der Sache verlanget. Wollte man, gleich einem gewissen berühmten Manne unserer Zeit, vorgeben, es wären dieses nicht sowohl Gründe, daraus man die Regeln des Sehens herleiten könne, als vielmehr blosse mit dem Sehen verknüpfte Umstände, so würde man, meines Erachtens, eine von jedermann dafür erkannte Wahrheit bey Seite setzen, diese nämlich, daß uns, bey dem Gebrauche eines jedweden Sinnes, die Geräumlichkeit und die Stärke der Empfindung, auf ein Urtheil von der Grösse, und von der nähern oder weitern Entfernung der Sache, welche die Empfindung veranlasset, leite. Nun machen wir zwar, bey dem Sehen absonderlich, zuweilen eine Ausnahme von dieser Regel, und es giebet uns die gesehene Sache in gar manchem Falle den Begrif von einer ganz andern Grösse, als es ihr im Auge abgemahletes Bild verlanget, allein es rühret dieses von einigen besondern Ursachen her, davon ich vorizt etwas erwähnen muß.

Ich betrachte eine Person auf hundert Schritte weit: Vermöge des Gesetzes der Sehewinkel, sollte sie mir nur halb so groß, als in einer Entfernung von 50. Schritten vorkommen, indem ihr hinten im Auge abgemahletes Bild in der That um so viel verkürzet wird; Nichts destoweniger scheinet sie mir in dieser Entfernung ohngefehr eben so groß, als in jener? Die Ursache ist, weil ich zum voraus weis, die Länge einer erwachsenen Person betrage gemeiniglich nicht unter fünf Schuhen: da mir nun diejenige, die ich vorizt sehe, in ihrem ganzen Wesen als eine erwachsene vorkommet, so lasse

se ich, wiewohl ohne es zu wissen, diesem fest eingewurzelten Begriffe die Oberhand über die Vorschrift der sinnlichen Empfindung, und richte mein Urtheil nach der seinigen ein. Auf gleiche Weise gesezt, ich sähe in der Ferne ein Haus, und bey selbigem einen Baum von gleicher Grösse, so schätze ich ihn 25. bis 30. Schuh hoch, darum, weil ich weis, man pflege dergleichen Gebäude nicht leicht niedriger zu machen. Stünde der Baum in freyem Felde, so würde ich ihn für eine Staude ansehen. Wer noch wenig auf die See ausgesehen hat, der wird das für eine Fischerbarke halten, was ein Seeofficier sogleich für ein sehr ansehnliches Fahrzeug erkennet. Denn der leztere gründet sein Urtheil nicht nur auf die scheinbare Grösse, sondern auch auf die Art des Schiffgebäudes, die er besser, als ein anderer kennet, ingleichen auf die geschwächte Deutlichkeit des Lichtes und der Farben; da er nun über dieses gewohnet ist, dergleichen Dinge täglich in der Nähe zu sehen, so weis er die Entfernung des gegenwärtigen Fahrzeuges ziemlich genau zu schätzen, folglich auch anzugeben, was für eine Grösse man aus dem Sehewinkel, der es ausmisset, schliessen müsse.

Aber, möchte jemand einwenden, woferne man eine Sache nicht kennen, noch für das, was sie wirklich ist, ansehen kann, es sey denn, man mache eine Menge Vernunftschlüsse und Ueberlegungen dabey, wie kömmt es doch, daß ein Bauer eben so richtig siehet, als ein Gelehrter? und warum kennet ein jedwedes Thier alles, was ihm zu kennen nöthig fället, ohne den geringsten Vernunftschluß volkom-

men wohl? Denn damit muß es wohl seine Richtigkeit haben. Aus was für einer Ursache sollte denn sonst ein Hase über Hals und Kopf davon rennen, wenn der Jäger noch ganze hundert Schritte weit von ihm ist, und ihm vermöge der Schewinkel nicht grösser, als ein Daumenmänngen, von etlichen Zollen hoch, vorkommen muß?

Um nun diese Einwürfe zu beantworten, so wäre es zu wünschen, man könnte die Macht der langen Gewohnheit einem jedweden, der keinen hinlänglichen Begrif davon hat, zur Genüge vorstellen. Ohnerachtet die Seele, so oft als man etwas siehet, bey der im Auge vorgehenden Empfindung etwas denket, urtheilet und Vernunftschlüsse machet, so erlangen wir doch durch die beständige und seit der ersten Kindheit angewöhnete Uebung eine solche Fertigkeit im Beurtheilen des Verhältnisses zwischen dem Bilde und der Sache, daß in alltäglichen Fällen die Ueberlegung in einem Augenblicke geschiehet, ja gleichsam nur für wirklich geschehend angenommen wird: Unterdessen war es doch im geringsten nicht zu jeder Zeit also damit beschaffen, sondern wir haben die gegenwärtige Fähigkeit, eine Sache so geschwinde zu übersehen, bloß der langwierigen Uebung zu danken, folglich erlanget sie der allerplumpeste Kerl endlich eben sowohl, als der allerklügeste, wenigstens doch bey einer gewissen Anzahl Sachen.

Um von dieser Wahrheit überzeuget zu werden, darf man nur besondere Fälle vornehmen, und dasjenige, was dabey vorgehet, überlegen. Ein Künstler spielet ein Stük sogleich vom Papiere weg, ohnerachter

erachtet er es sein Lebtage weder sahe, noch spielen hörete. Sollte man nun nicht glauben, er überlege die Geltung der Noten im geringsten nicht, sondern er thue weiter nichts, als Ansehen und Spielen? Gleichwohl gehet zwischen dem Ansehen und Spielen allerdinges etwas vor, nämlich die Beurtheilung einer jedweden Note, und diese Beurtheilung gründet sich auf die Gestalt und die Stelle derselbigen. Freylich geschiehet dieses Beurtheilen vorizt dermassen schnell, daß es der Künstler selbst nicht mehr gewahr wird, aber es war auch einstens eine Zeit, da es bis zum Ekel langweilig damit zugieng.

Was ich diesen Augenblik von der Musik beygebracht habe, das gilt auch in jedwedem andern Falle. Der Seeofficier, welcher vorizt die Grösse eines Schiffes auf etliche Meilen weit zu schätzen vermag, hatte vor Zeiten kein so gutes Augenmaaß, gleichwie hingegen derjenige, welcher vorizt ein Schiff für eine Barke ansiehet, und so lange, als er aus den blossen Sehewinkeln urtheilet, oder sich allzusehr darauf verlässet, noch ferner unrichtig angeben wird, mit der Zeit eine grössere Geschiklichkeit erlangen kann. Lange Uebung im Ueberlegen, und eine bessere Kenntniß des Seewesens wird ihn unvermerkt in den Stand bringen, daß er die Grösse eines Fahrzeuges richtiger, als vorizt, zu schätzen vermag.

Was den zweyten Einwurf betrift, so sollte man aus den Handlungen der Thiere freylich schlüssen, sie sähen eine Sache auf eben die Weise, als wir, und es sollte sie die Grösse, Gestalt oder Stellung des in ihrem Auge abgemahleten Bildes nicht sel-

ten zu einer ganz andern Handlung, als sie wirklich vornehmen, veranlassen: Wer weis es denn aber? ob sie nicht mit einigem Vermögen zu gedenken, oder sich an etwas zu erinnern, begabet, und Kraft desselbigen im Stande sind, etwas von der sinnlichen Empfindung wegzunehmen, oder ihr beyzusetzen, um die daraus folgende Handlungen auf diese Weise nach einem gewissen Endzwecke einzurichten. Es ist dieses eine sehr verworrene Frage, darein ich mich aber zu mischen nicht begehre, gleichwie ich denn diesen Vorsaz, bey der Materie von den Sinnen überhaupt, schon geäussert habe.

Herr CHESELDEN, ein geschikter Wundarzt zu Londen, stach einst einem jungen Menschen von 13 Jahren, welcher Zeitlebens blind gewesen war, den Staar, allein der Neusehende vermochte anfänglich, wie Herr SMITH in seiner Optik berichtet, weder die Grösse, noch die Gestalt einer Sache zu beurtheilen, sondern er lernete beedes erst mit der Zeit. Folget nun hieraus, was einige vorgeben, als ob nämlich die Sehewinkel zum Sehen gar nichts beytrügen? Ich meines Orts bin einer andern Meynung, und glaube, es folge weiter nichts daraus, als man müsse die Entfernung einer Sache vom Auge wissen, woferne man ihre Grösse, vermittelst der Sehewinkel, beurtheilen wolle, gleichwie ich dieses oben schon ausgeführet habe; Nun lernen wir aber die Entfernung bloß durch lange Uebung schäzzen, folglich gehöret Zeit dazu, eine Fertigkeit in diesem Stücke zu erlangen. Hätte der junge Mensch, darauf man sich beruft, einen Begriff von Entfernungen und ihrem Maasse gehabt, so hätte er

vermuthlich im allererſten Augenblicke eben ſo gut geſehen, und viele Gröſſen miteinander zu vergleichen gewuſt, als ein anderer.

Tragen die Winkel, gleichwie man vorgiebt, nichts zum Sehen bey, ſondern ſind ein bloſſer Umſtand, der allenfalls wegbleiben könnte, ſo möchte ich wiſſen, warum eine Sache dem Auge gröſſer vorkomme, wenn die Kunſt den Winkel, vermittelſt eines Glaſes, oder auf andere Weiſe, vergröſſert? Wenn einem Kinde, das in ſeinem Leben zum erſtenmahle durch ein Vergröſſerungsglas ſiehet, ein Floh ſo groß, als ein Maykäfer erſcheinet, kann ich ſodann wohl ſagen, es ſey dieſe Erſcheinung eine bloſſe vorgefaſſete Meynung, oder ſie rühre von der beſtändigen Gewohnheit her, von dem Grade der Hellung, von der Vergleichung, welche das Kind zwiſchen dem Floh und andern umliegenden Dingen anſtelle? u. ſ. w. Iſt nicht vielmehr die Urſache, warum der Floh dem Kinde ſo groß erſcheinet, unſtreitig dieſe, weil die Abbildung deſſelbigen im Auge vergröſſert wurde, oder, welches einerley, weil er unter einem gröſſern Winkel geſehen wird? Wir wollen alſo lieber bey demjenigen, was man zu allen Zeiten für wahr erkannte, verbleiben, es beruhe nämlich der Begriff, den das Bild einer Sache von ihrer Gröſſe, Stellung und Geſtalt in uns erwecket, hauptſächlich auf den Sehewinkeln, und auf der Lage der Strahlen, daraus die Winkel beſtehen, gegeneinander; Miſche ſich nun zuweilen ein Vorurtheil, eine vorher erlangte Wiſſenſchaft, ein gröſſerer Grad der Deutlichkeit mit darein, ſchränke den beſagten Begriff ein, und laſſe uns eine Sache anders, als ſie durch die Winkel vorgeſtellet wird, ſehen,

so müsse man diese Fälle bloß für eine Ausnahme von der allgemeinen Regel achten, keinesweges aber an die Stelle derselbigen setzen.

Weil wir es einmahl gewohnet sind, daß uns eine Sache in einer grössern Nähe auch allezeit heller in die Augen fället, so halten wir sie für weit entfernet, wenn sie dunkler, als gewöhnlich, scheinet. Dieses nun hat Herr SMITH in seiner recht wohl geschriebenen Optik mit vieler Wahrscheinlichkeit für die Ursache angegeben, warum uns sowohl die Sonne, als der volle Mond, bey ihrem Aufsteigen über den Horizont, allemahl grösser vorkomme, als wenn sie an irgend einem andern Orte des Himmels stehen, ohnerachtet wir nur allzuwohl wissen, sie seyen sodann im geringsten nicht weiter von uns entfernet, als bey ihrem Durchgange durch den Scheitelpunkt; denn, sagt er, weil sie am Horizonte ein schwächeres Licht, als anderswo zeigen, so schreiben wir es, vermöge unserer angewöhnten Begriffe, ihrer Entfernung zu, gleichwie wir es im Gegentheile ihrer Annäherung zuschreiben, wenn sie, nach erreichter mehrerer Höhe, stärker glänzen. Ohnerachtet nämlich der Sehewinkel a C b Fig. 19. allemahl eben derselbige bleibet, so muß uns doch die Sache, deren Maaß er ist, grösser scheinen, wenn wir sie für weiter entfernet halten. Dergestalt schätze ich die Mondscheibe grösser, wenn sie in A stehet, als wenn sie nach B gekommen ist, darum, weil ich glaube, in B sey sie mir näher. Beobachte ich nun die Bahn, welche der Mond von seinem Aufgange bis zu seinem Untergange beschreibet, so halte ich sie wegen des beständigen Abnehmens seiner scheinbaren Grösse im geringsten nicht für einen halben Zirkel, in dessen Mittelpunkte ich meine

Stelle habe, sondern für einen Bogen, wie D Z E.

Aus eben diesem Grunde wird auch begreiflich, warum uns der Himmel wie ein gedruktes Gewölbe vorkomme? Weil er nämlich in der Gegend des Scheitelpunktes weit heller ist, als in der Nähe des Horizontes, so dünken uns seine dunklern Gegenden immer weiter von uns entfernet zu seyn, auf welche Weise dann seine Zirkelkrümmung in eine andere weit mehr eingedrukte, dem Ansehen nach, verwandelt wird.

Wiewohl mir nun diese Gründe sehr natürlich, und zum Auflösen der vorgelegten Fragen bequem scheinen, so ist doch meines Erachtens die Meynung des Pater MALEBRANCHE deswegen nicht gänzlich zu verwerfen, wenn er die scheinbare Grösse des Mondes am Horizonte daraus herleitet, weil wir zwischen ihm und uns allerley Dinge auf unserer Erde wahrnehmen. Denn es ist in der That wahr, daß uns das äusserste, was wir sehen, um so viel entferneter bedünket, je mehr andere Dinge wir zwischen uns und ihm sehen, und es verdienet dieser Umstand in dem gegenwärtigen Falle desto mehr Achtung, weil die aufgehende Sonne und der volle Mond von ihrer scheinbaren Grösse ein merkliches verliehren, wenn sie durch ein Fernrohr, folglich ganz allein betrachtet werden; Es geschiehet dieses absonderlich, woferne man das Fernrohr ergreift, ehe man die scheinbare Grösse mit blosem Auge betrachtet hat, denn sonst kann die vorgefassete Meynung leicht verblenden.

Unterdessen scheinet doch auch der aufgehende volle Mond zuweilen ungemein groß, ohnerachtet der Gesichtskreiß sehr eingeschränket ist; Es geschiehet dieses,

zum Beyspiele, wenn man ihn durch die Aeste eines grossen Baumes, oder unmittelbar über einem Gebäude, oder auch, hinter einem benachbarten Berge, u. s. w. siehet. Auch ist wahr, daß man ihn, wenn er, auf die izterwähnte Weise, unvermuthet ins Gesichte fället, der ungewöhnlichen Grösse wegen, öfters kaum für einen Himmelskörper halten sollte, ja es geschiehet sogar, daß uns diese Erscheinung an eben demselbigen Gesichtskreise zu mancher Zeit merkwürdiger vorkömmt, als zur andern. Dergleichen Wahrnehmungen nun, will die Erklärung des Herrn SMITHS, nebst des Pater MALEBRANCHE seiner, kein Genüge thun, welches mich denn auf die Gedanken bringet, man müsse nicht nur auf eine einzige, sondern auf viele mit einander vereinbarete Ursachen gedenken, woferne man alles und jedes hinreichend erklären wolle. Warum sollte man nicht wie REGIS glauben? die ungewöhnliche Grösse des Mondes rühre guten Theiles daher, weil die Luftgegend, dadurch wir ihn bey seinem Aufgehen erblicken, mehr mit Dünsten angefüllet sey, als eine andere, folglich die Strahlen stärker breche. Könnten wir nicht auch mit dem Pater GOUYE sagen: es verursache der Anblik der übrigen Körper, die uns mit dem Monde zugleich ins Gesichte fallen, daß er uns gröſſer scheine, als wenn wir ihn allein sehen. Wenigstens doch geschiehet dieses, wie die Erfahrung lehret, bey andern Dingen, absonderlich, wenn sie entweder selbst leuchten, oder doch in einem übrigens dunkeln Orte stark erleuchtet werden.

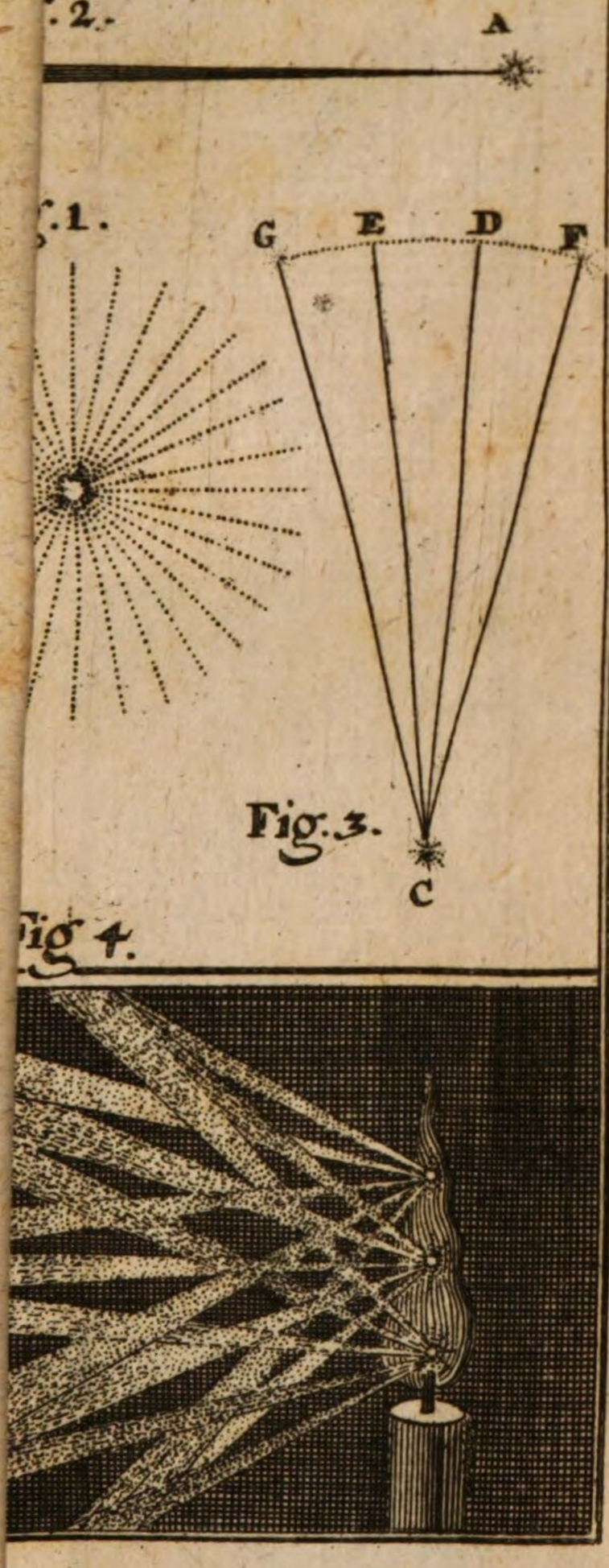



Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 8.

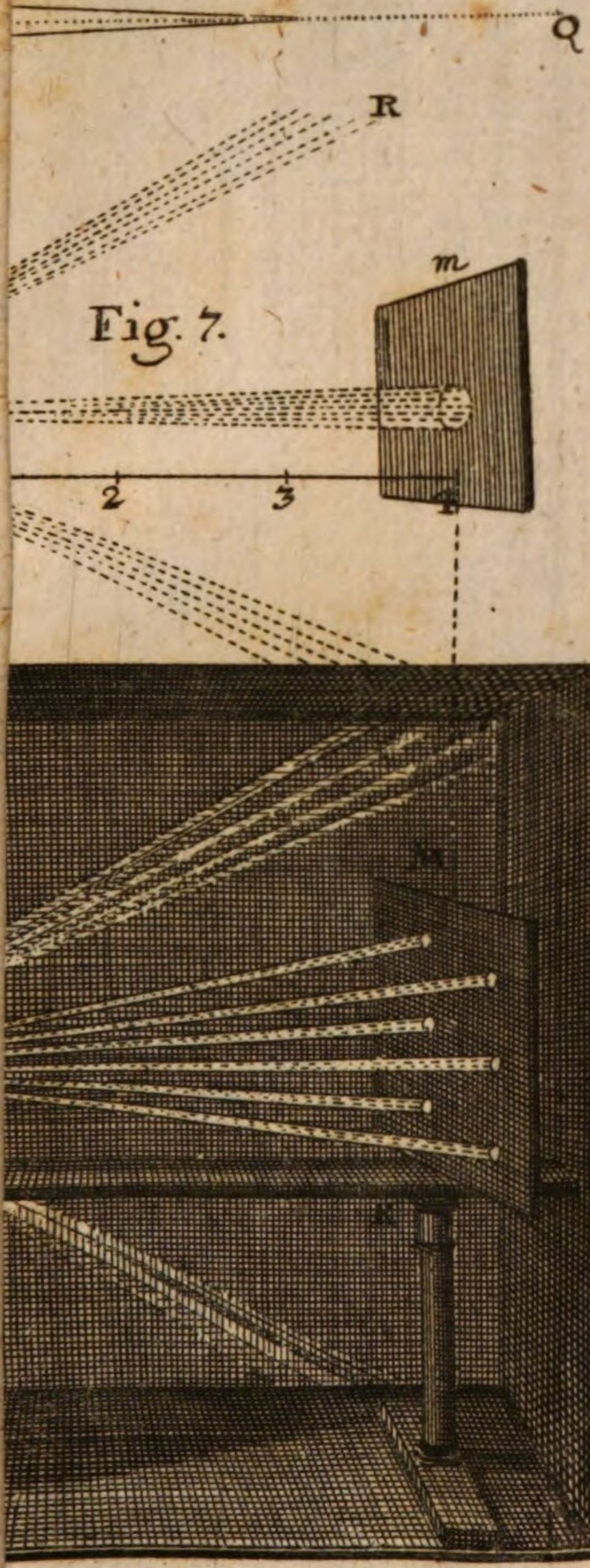



Fig. 7.

TAB. I.

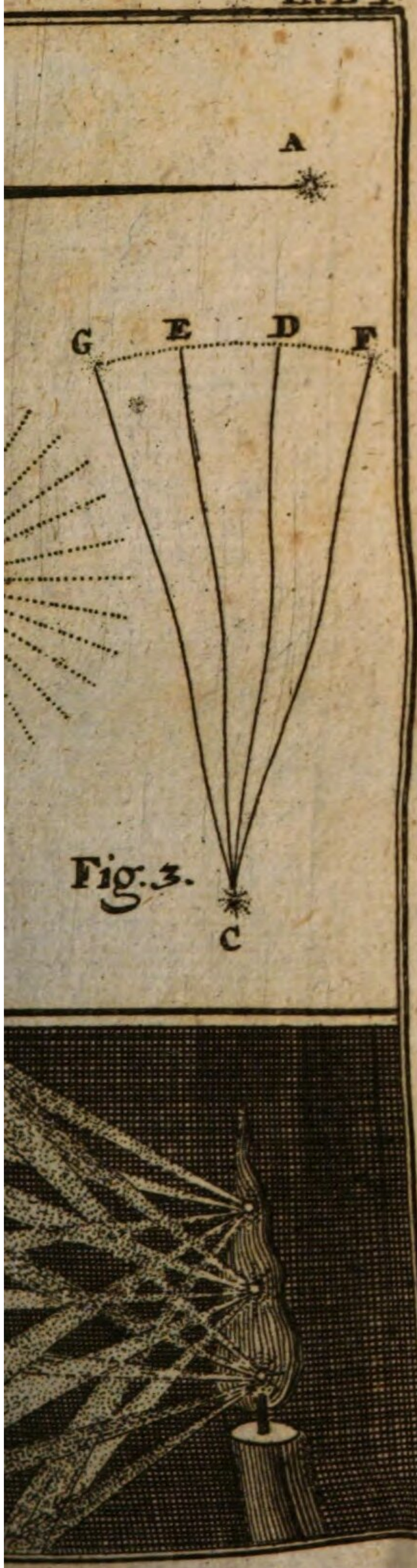



Fig. 3.

Fig. 8.

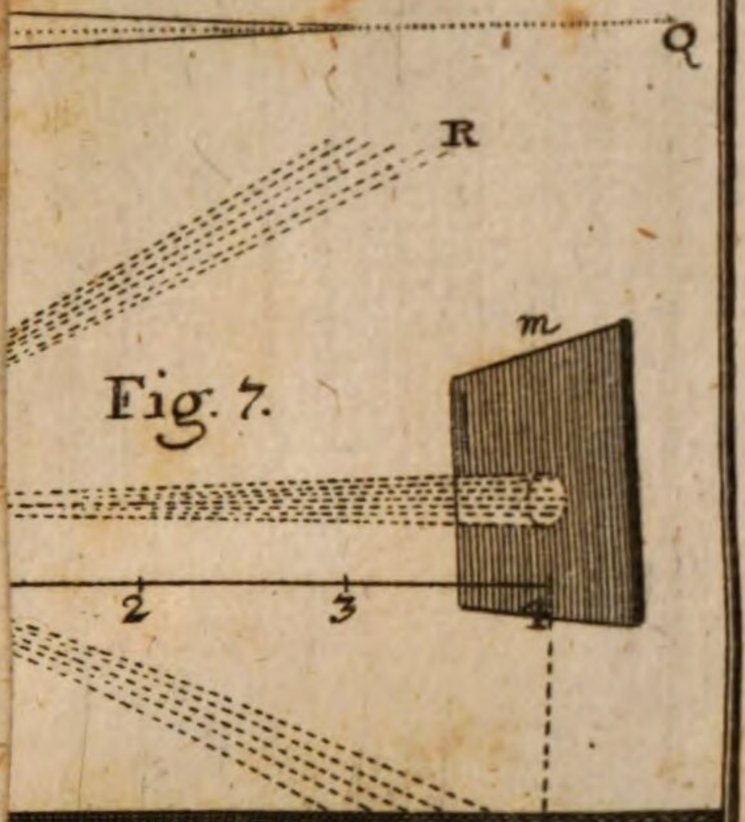
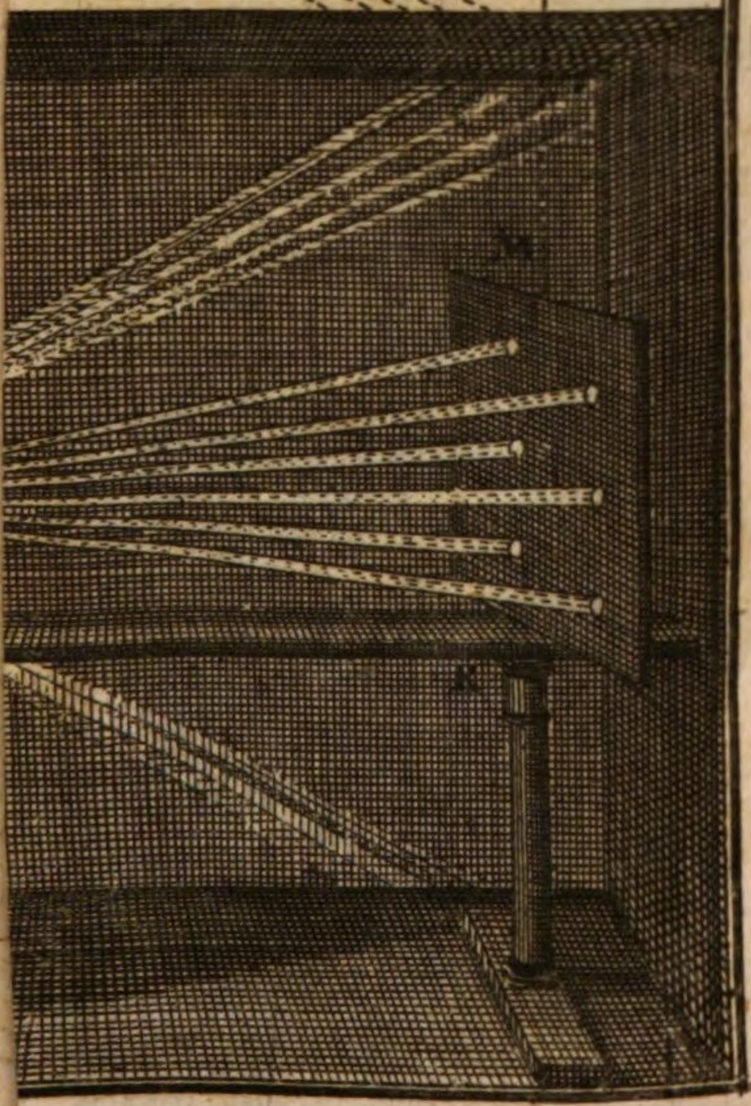



Fig. 7.



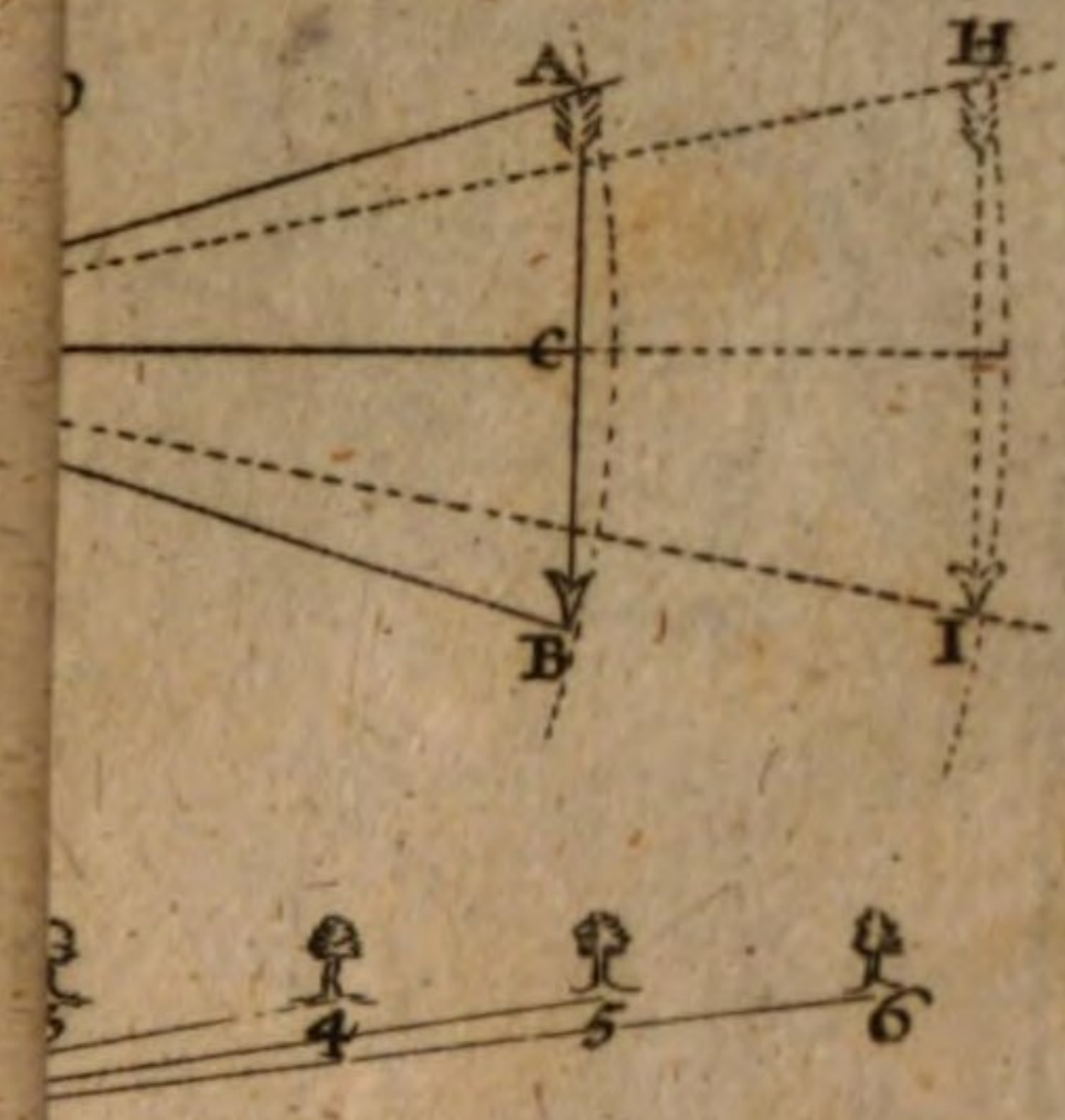






Fig. 11.

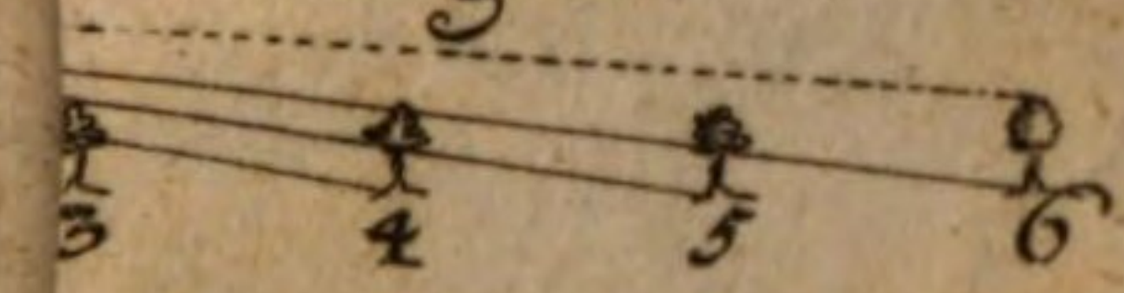



Fig. 12.

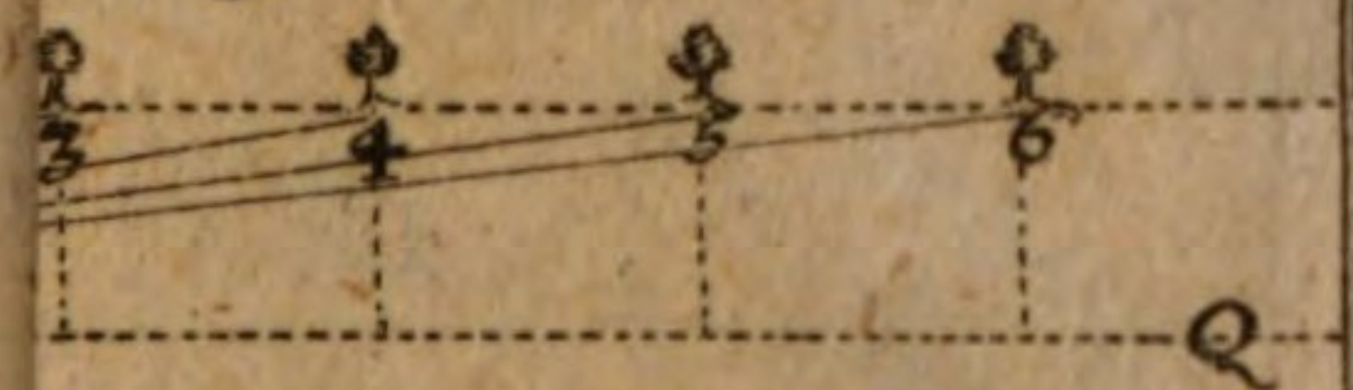
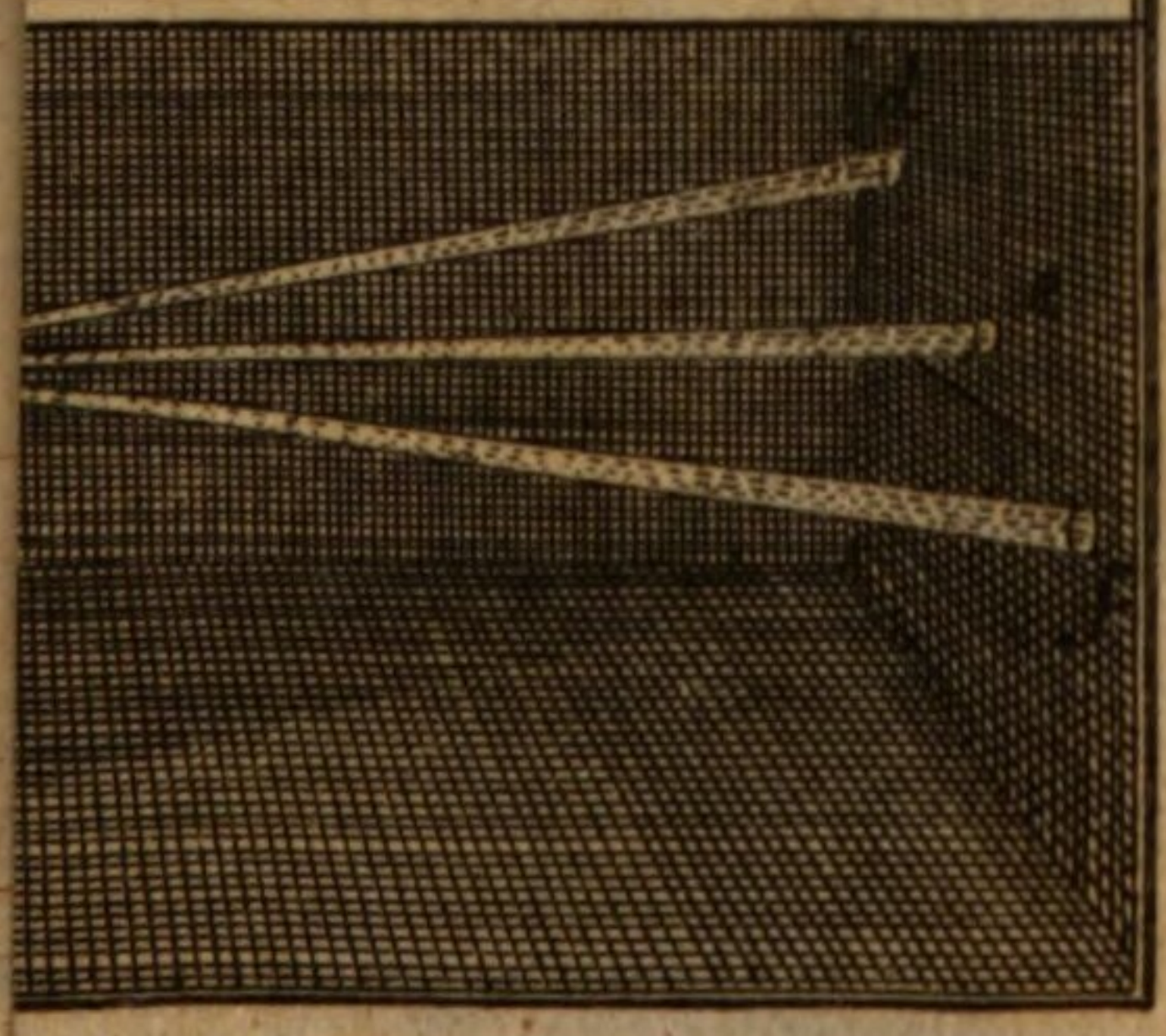
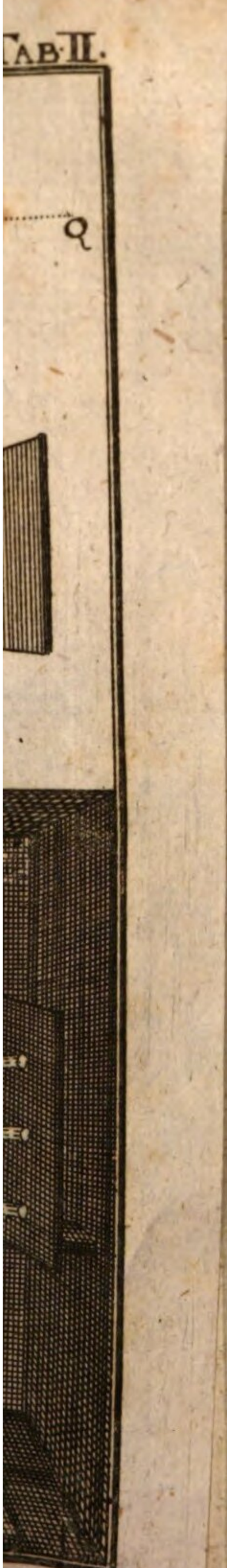



Fig. 9.



TAB. II.



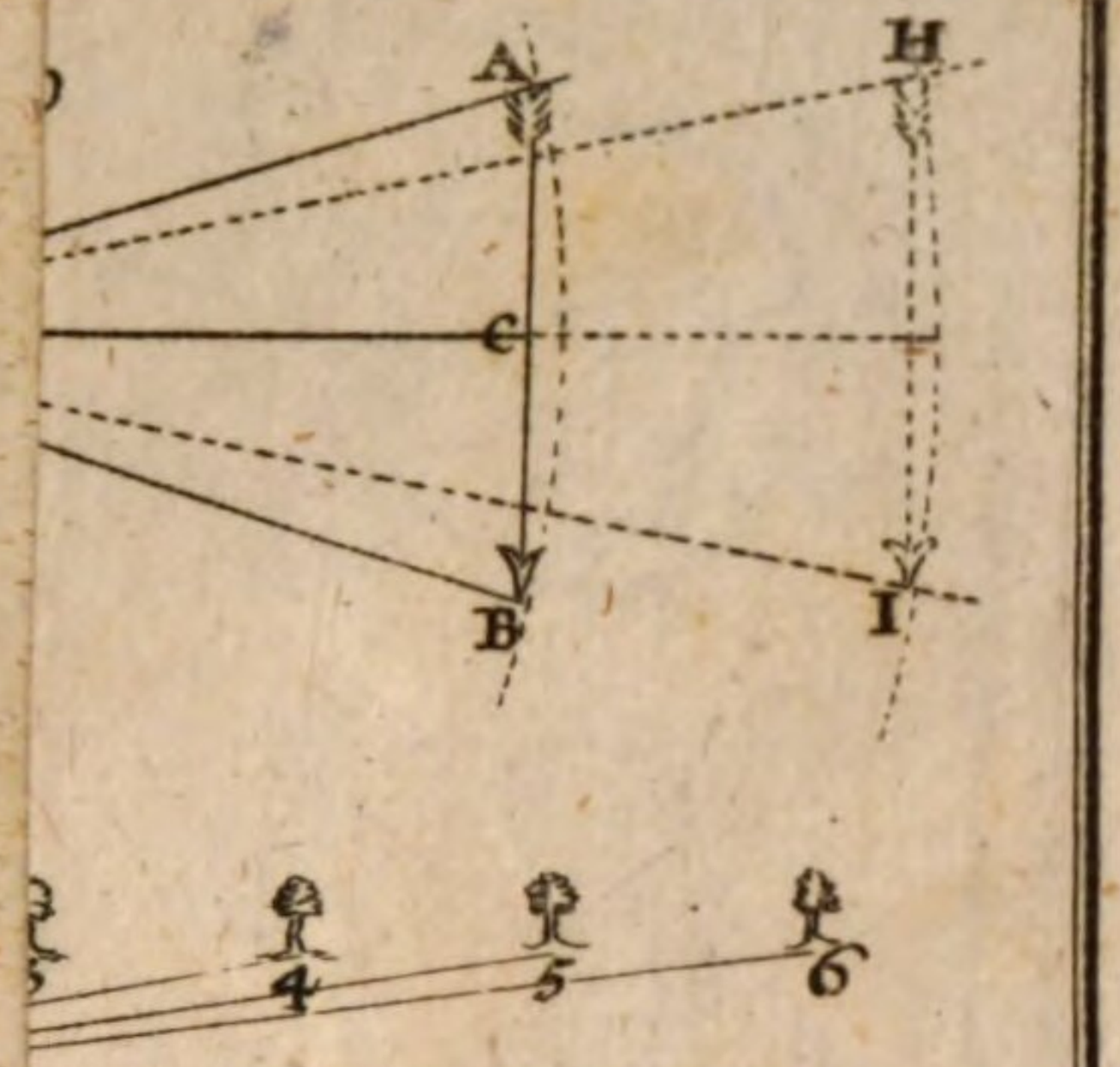



Fig. 11.

Fig. 12.

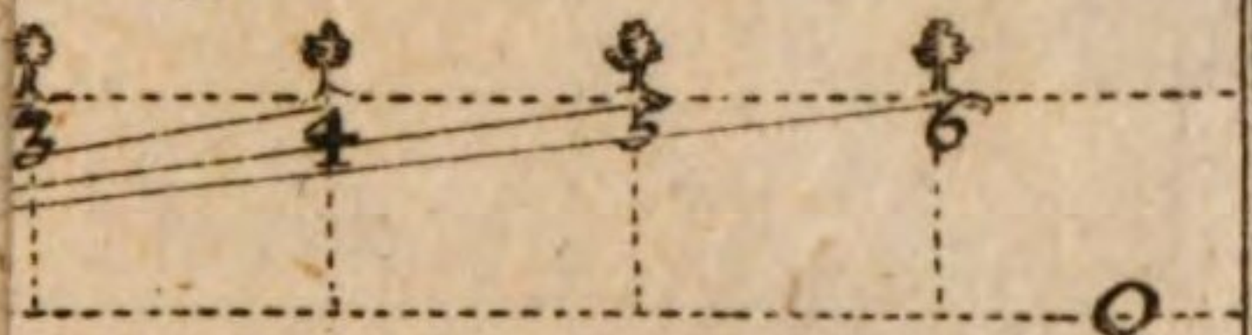
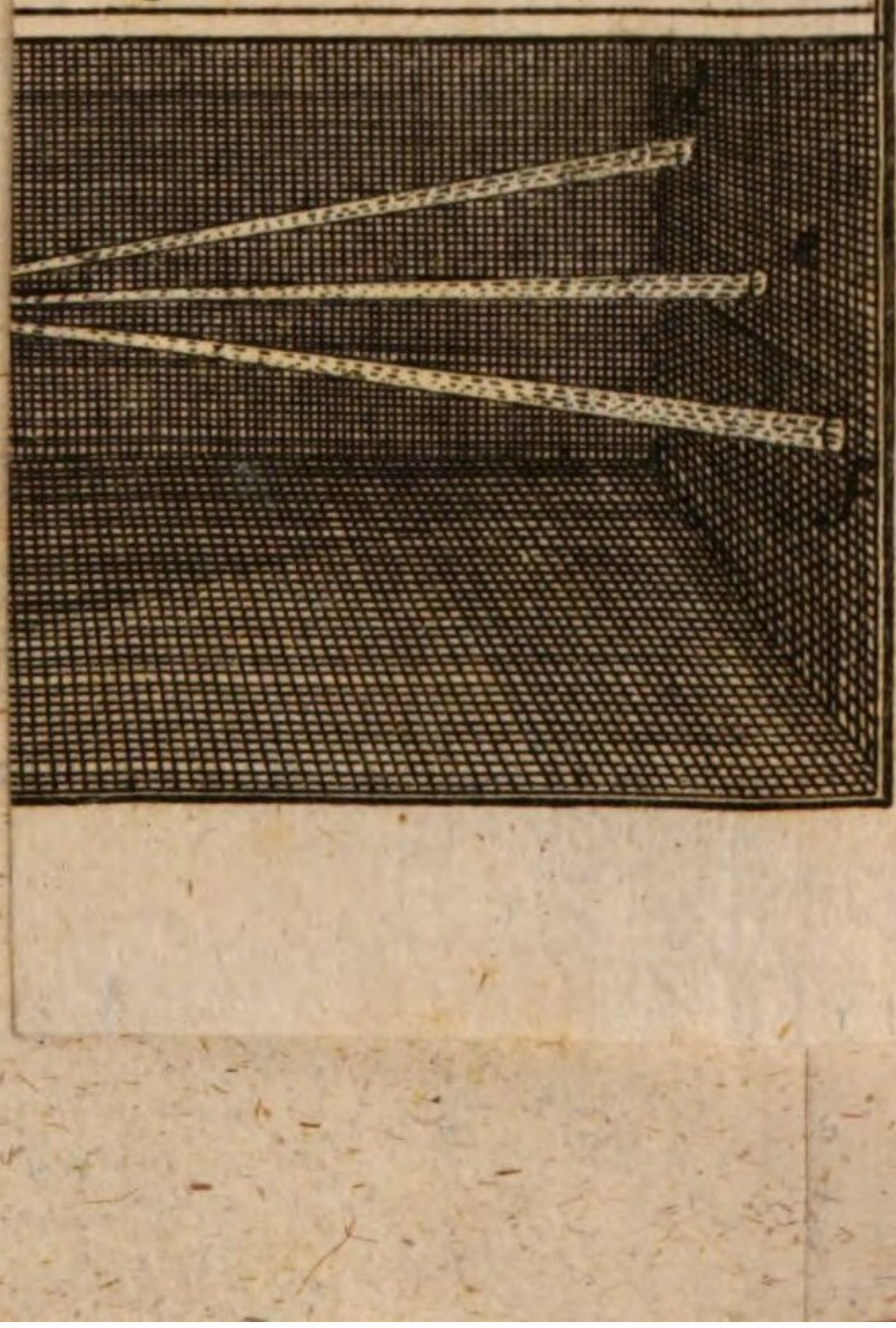



Fig. 9.



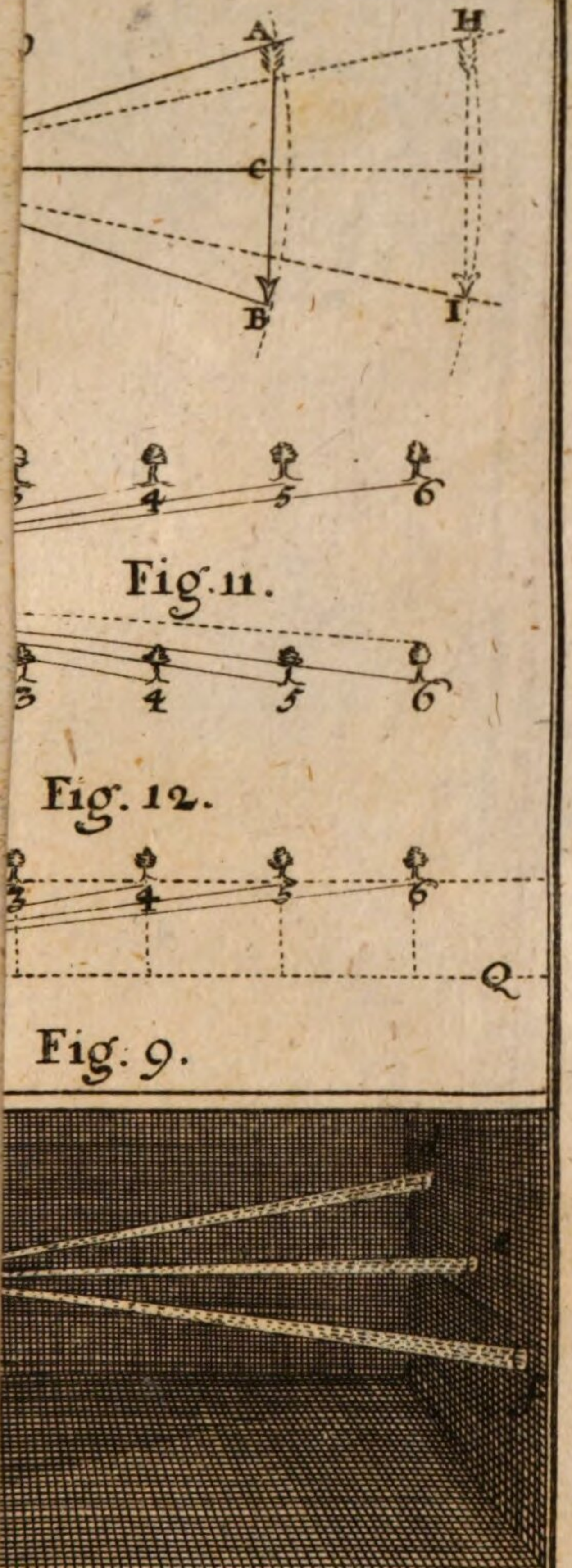



Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 9.

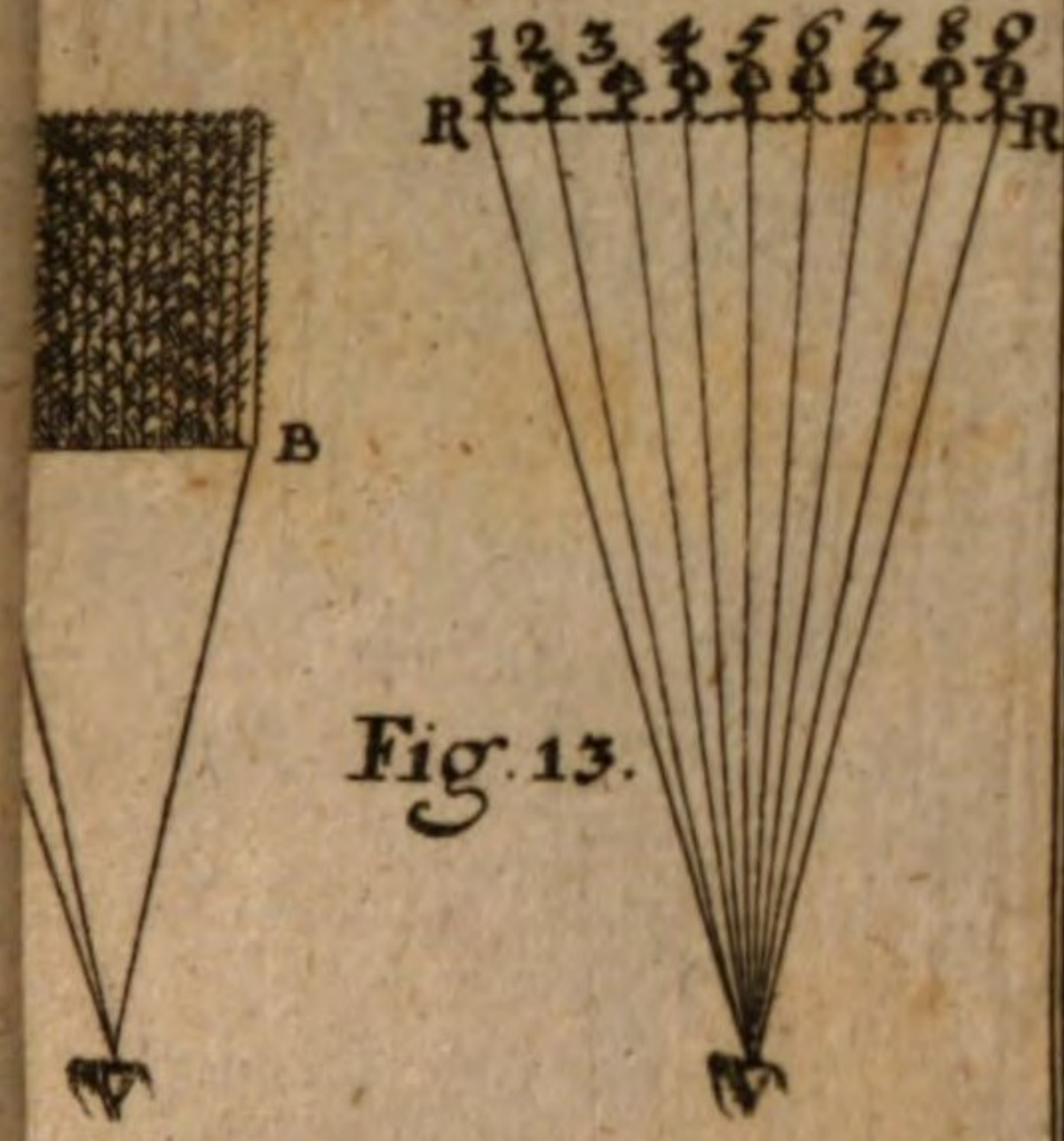



Fig. 13.

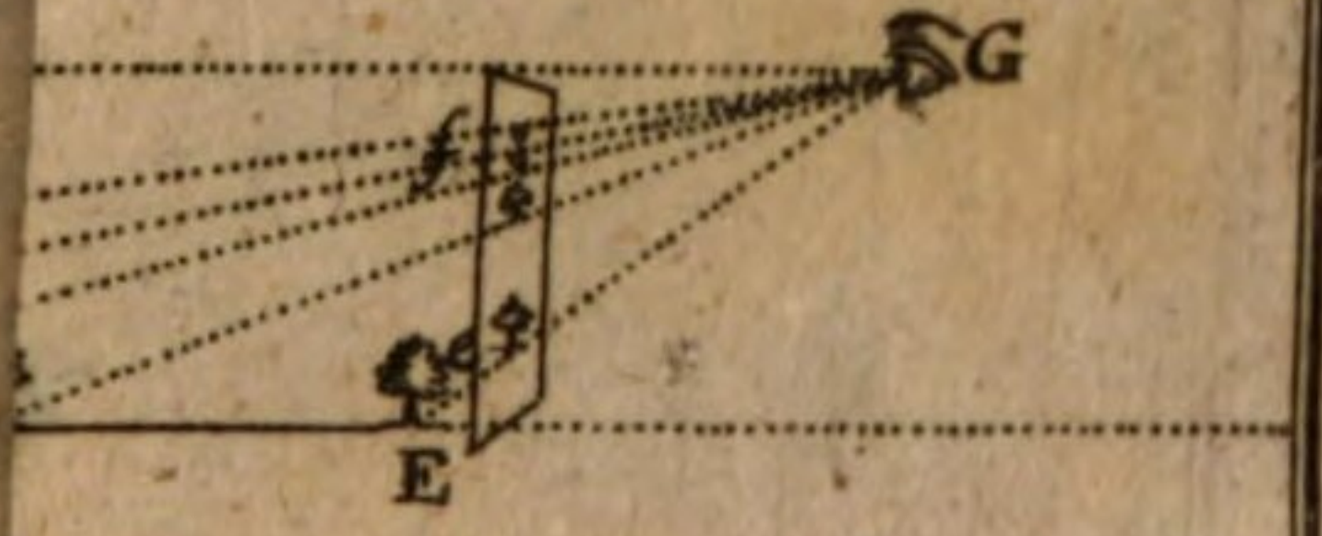


Fig. 17.

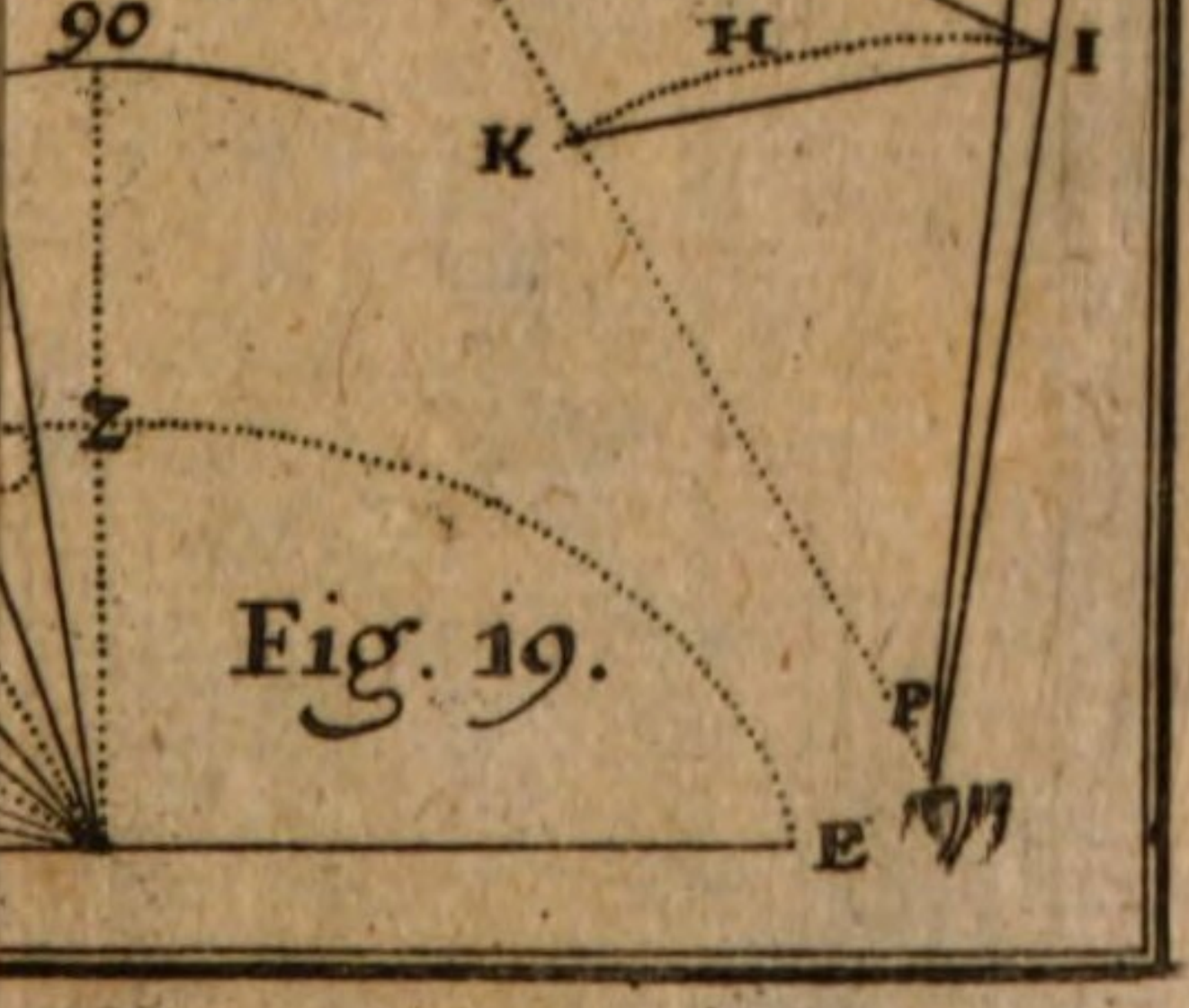



Fig. 19.

Fig. 13.







Fig. 17.




Fig. 19.

# XVI. Lehrstunde
# Vom Lichte.

## Fortsezung des zweeten Abschnittes,
## II. Abtheilung.
## Von den abspringenden Strahlen, oder Anfangsgründe der Catoptrik.

Zu Anfange des gegenwärtigen Abschnittes sagte ich, es führen die Lichtstrahlen beständig in gerader Linie fort, woferne nur das Medium, das sie durchstreichen, überall von einerley Dichte sey; Es ist auch dieses in der That das allgemeine Gesez für alle ihre einfache, das ist, solche Bewegungen, die nur auf einerley Weise bestimmet werden. Allein, da eben diese Strahlen den allgemeinen Gesezen der Natur beständig unterworfen sind, so geschiehet es zum öftern, daß sie ihre bisherige Richtung verlieren. Denn zuweilen lieget ihnen ein Körper im Wege, der sie gar nicht durchfahren lässet, sondern wieder umzukehren nöthiget, zuweilen ist er zwar zu durchdringen, nur aber leichter oder schwehrer, als derjenige, darinn sie ihre Strasse bisher fortsezeten, und sodann werden sie gegen irgend eine Seite gebogen. Verändern sie nun ihre Strasse auf die erste Weise, so saget man, sie springen ab, oder werden zurükgeworfen; geschiehet es auf die zweyte, so saget man, sie werden gebrochen.

Das

Das Licht wird hauptsächlich zurükgeworfen, wenn es auf einen derben oder undurchsichtigen Körper fället. Die allerhärtesten und dichtesten, diejenigen, denen man die allervollkommenste Glätte beylegen kann, und deren Farbe der Weissen am nächsten kömmet, sind, wie kein Mensch zu läugnen begehret, zu dieser Wirkung die allerbequemsten, und kann ich in diesem Stücke nichts vorbringen, was nicht einem jeden bereits bekannt wäre. Das Blenden des Schnees, das Schimmern der Metalle, sind nicht nur bekannte, sondern auch handgreifliche Beweise dieser Wahrheit. Was aber manchem Leser ohne Zweifel ziemlich seltsam vorkommen möchte, ist dieses, daß man heutiges Tages im ganzen Ernste darüber streitet, von was denn eigentlich das Licht zurücke geworfen werde? ob von den eigenen Theilen des Körpers und seiner Oberfläche, oder ob von etwas andern? Seit deme der berühmte NEUTON diese Materie untersuchet hat, behaupten sehr viele, gleich ihm, das leztere, und geben vor, es würden die Strahlen schon vorher, ehe sie noch die Oberfläche des Körpers berühret haben, zurücke geworfen, und zwar von einer gewissen Kraft, davon man keine weitere Nachricht hat, als daß sie sich über die Körper herbreiten, und nach der Gestalt derselbigen auf das genaueste schmiegen solle.

Diese dunkele Erklärung, nebst den seltsamen Folgen, die man aus dieser neuen Lehre herleitet, machen sie, ohne daß einiges Vorurtheil gegen die neutonische Weltweisheit dazu käme, bey vernünftigen Personen allerdings verdächtig. Wie? wendet man dagegen ein, so ist also die Folie von Quek-

silber

ſilber und Stanniol, die mein Spiegel hat, die Urſache nicht, warum ich mich darinnen beſehen kann? Gleichwohl aber ſehe ich nichts mehr, ſobald die Folie fehlet. Was für ein Raum iſt denn nun irgend zwiſchen der Folie und dem Glaſe vorhanden, darinnen die angebliche zurükwerfende Kraft ſitzen könnte? oder geſezt auch, ſie könne ſich ungemein enge behelfen, woher weis man es denn hernach, daß ſie ihre Wirckung in einer gewiſſen Entfernung von der Oberfläche erzeiget? Wie? der metallene Spiegel, der ſo viel Mühe und Arbeit koſtete, bis er recht glat wurde, kann alſo nichts dazu, daß man durch ein neutoniſches Fernrohr ſo weit und ſo deutlich ſehen kann? Warum ſieht man denn nichts mehr, ſobald er anlauft! oder was gehet es die beſagte Kraft an, ob er helle iſt, oder nicht! denn ſie erzeiget ja ihre Künſte aus eigener Macht und hat mit ihm nicht das geringſte zu ſchaffen. Auf dieſe Weiſe bekomme ich alſo die Sache ſelbſt, die ich erblicke, mein Tage nicht zu Geſichte, ſondern etwas ganz anderes und von ihr weit unterſchiedenes, indem die ſichtbaren Punkte, welche die Lichtſtrahlen in mein Auge werfen, im geringſten nicht zur Subſtanz der geſehenen Sache, ſondern zu dem beſagten ganz andern Dinge gehören.

Es laſſen ſich alſo, wie zu ſehen, manche ſpitzige Einwürfe gegen dieſe Meynung vorbringen, ja es iſt überhaupt nicht wohl möglich, einen Naturforſcher, der alles aus mechaniſchen Urſachen erkläret haben will, zum guten Freunde einer verborgenen Kraft, daraus das Abſpringen der Lichtſtrahlen entſtehen ſolle, zu machen. Allein, erkläret man nur

dieſes

dieses dunkele Wort, dadurch man vielleicht bloß die Erscheinung selbst verstund, das aber, weil es einer qualitati occultæ sehr ähnlich siehet, so viele Naturforscher in den Harnisch gebracht hat; gäbe man, sage ich, eine wirklich physicalische Erklärung davon, und sollte sie nur auf einer wahrscheinlichen Muthmassung beruhen, so könnte es leicht geschehen, daß aller Widerwillen gegen dieses Wort verschwände, und daß man sich an die unvermutheten Folgerungen, die es veranlasset, allmählig gewöhnete, ohnerachtet sie bey dem ersten Anblicke freylich sehr lächerlich scheinen. Eben deswegen, will ich meine und anderer neuern Naturforscher Gedanken von der unmittelbaren Ursache des Strahlenabspringens vorizt beybringen? Vermag ich mich nur deutlich genug erklären, so wird es hoffentlich nichts unbegreifliches mehr seyn, daß ein Strahl von einem derben Körper abspringen könne, ohne die eigene Materie desselbigen auf einige Weise berühret zu haben.

Zu diesem Ende muß man sich an dasjenige erinnern, was ich im ersten Abschnitte von der Beschaffenheit des Lichtes und von seinem Daseyn beygebracht habe. Ich bewies daselbst durch Gründe, welche die Erfahrung an die Hand giebet, es sey die flüßige Materie, welche uns die Sachen sichtbar machet, durch den ganzen Weltraum ausgebreitet, sie sey in dem innwendigen der Körper eben sowohl vorhanden, als auſſer ihnen, sie erfülle einen jeden Raum, der von anderer Materie leer ist; und es sey in der ganzen Natur keine einzige Sache, die nicht auf das innerste, und ohne Ausnahme eines einzigen auch des allerkleinesten Theilgens eben so,

und

und noch mehr, als ein nasser Schwamm vom Wasser, von ihr durchdrungen wäre. Zu folge dieses Grundbegriffes nun, müssen wir uns noch ferner vorstellen, es giengen die eigenen Theile eines jedweden Körpers keinesweges immer in einem fort, sondern es werde ihr Aneinanderhängen ohne Unterlaß durch kleine mit Lichkügelgen angefüllete Zwischenräumgen unterbrochen, folglich sey ihre Oberfläche einem zarten Spitzengewebe oder Netze ähnlich, dessen Maschen die besagte Kügelgen ausfüllen

Erwäget man nun überdieses noch die innwendige Durchlöcherung oder gleichsam schwammigte Beschaffenheit der Körper, als welche bey den Naturforschern eine dermassen ausgemachte Sache ist, daß einige in der Meynung stehen, es hätten so gar die allerdichtesten Metalle mehr leeres, als volles in sich; Bedenket man ferner ihre erstaunliche Theilbarkeit, die uns kaum die Freyheit, bis auf einfache Elemente fortzugehen, übrig lässet; Vergisset man dabey nicht, es sey die Materie des Lichtes ein flüßiges Wesen, von unbeschreiblicher Zartheit, so wird man ohne Mühe zugeben, es müsten die Maschen des erwähnten Gewebes ungemein subtil seyn, und da jedwede Masche ihre Lichtkügelgen so, wie etwa ein Ringkasten den Diamant einschliesse und fest halte, so entstehe aus ihnen allen miteinander eine Oberfläche, daran die Lichtmaterie einen grössern Antheil habe, als die eigene Materie der Körper, die man zu sehen verlanget.

Dergestalt fallen also die Strahlen hauptsächlich auf eine ihnen ganz ähnliche Materie, nämlich auf

die

die eingefassete Lichtkügelgen. Denn wir wissen schon, es sey jedweder Strahl eine schnurgerade Reihe dergleichen Kügelgen, die in eine zitternde Bewegung gesetzet sind. Nun haben aber alle Lichtkügelgen einerley Grad der elastischen oder ausdehnenden Kraft, demnach stossen die eingefasseten den Strahl, der sie berühret, zurücke, und zwar weit stärcker, als die eigene Materie des Körpers jemahls thun könnte, denn gesezt auch diese leztere habe eine ausdehnende Kraft, so hat sie doch, aller Wahrscheinlichkeit zu folge, dieselbige bey weitem nicht in dem Grade, als die Lichtmaterie, daher kann sie auch nimmermehr so heftig, noch geschwinde beben, noch, mit einem Worte, jedweden Stoß mit einem gleich starken Gegenstosse versetzen, welches aber, woferne der abspringende Strahl die Bewegung oder Kraft eines auffallenden beybehalten soll, unumgänglich nöthig fället, wenigstens doch, wenn man, gleichwie ich, dafür hält, es werde das Licht durch einen Stoß oder Druk fortgepflanzet.

Wäre nur eine einzige Oberfläche, oder, deutlicher zu reden, eine einzige unendlich dünne Schicht von der Materie eines Körpers, auf die bisher beschriebene Weise beschaffen, so würde sie keine Strahlen zurücke werfen, sondern, da der ganze Weltraum mit Lichtmaterie angefüllet ist, so würden die Lichtkügelgen die empfangene Bewegung beständig andern hinter ihnen befindlichen mittheilen, so wie etwa ein Diamant in einem Ringkasten ohne Boden thäte. Eben dieses würde auch noch immer geschehen, wenn der Strahl auf einen Körper fiele, dessen sämtliche Theile einander völlig ähnlich und

die

die Maschen genau aufeinander geleget wären, oder welches einerley, der nach lauter geraden Linien durchlöchert wäre, welches eben der Begriff ist, den man sich von einem durchsichtigen Körper machen muß.

Das Licht wird also nicht zurükgeworfen, es falle denn auf Kügelgen von seiner Art, und es seyen die besagte Kügelgen in der Oberfläche auf solche Weise eingefasset, daß die ihnen beygebrachte Bewegung weder weiter fortdringen, noch durch einige von der Natur, oder dem jedesmahligen Zustande des Körpers herrührende Ursache vernichtet werden kann; Da nun in diesem Stücke, weder der allerhöchste Grad, noch ein gänzlicher Mangel der fähigen Beschaffenheit, jemahls statt findet, so wirft auch keine einzige Oberfläche, weder alles auf sie fallende Licht, ohne den geringsten Abgang, noch auch gar keines, zurücke.

Erkläret man nun das Abspringen des Lichtes auf diese Weise, so gehöret die zurükwerfende Kraft, die man den Oberflächen der Körper als ein von ihnen gänzlich unterschiedenes Wesen beyleget, im geringsten nicht mehr unter die unverständlichen Wörter, sondern sie ist ein erloschenes Licht, das nicht aus den Mündungen der leeren Räumgen eines Körpers weichen kann, durch das Berühren der auffallenden Strahlen in Bewegung gesetzet wird, und, woferne diese Bewegung nicht weiter fortzubringen vermag, seine Gegenwart durch einen Gegenstoß zu erkennen giebt. Es wird dieses mehr als wahrscheinlich, da wir sehen, daß sehr viele Körper, wenn sie vorher am Tagelichte gelegen sind, im Finstern noch immer fortleuchten, gleichwie bey der Materie von

den Phosphoris dargethan wurde. Bringet uns nun die Erfahrung auf die Gedanken, es springe das Licht in manchem Falle ab, ehe es die Oberfläche eines Körpers berühret, ja ohne daß einmahl dieses Berühren nöthig fiele, so kann diese Erscheinung sehr wohl ohne allen Beystand einer verborgenen Eigenschaft erklaret werden. Man darf sich nur vorstellen, es dieneten die in der Oberfläche eines Körpers eingefassete Lichtkügelgen denen ausserhalb besagter Oberfläche befindlichen gleichsam zu Ruhepunkten, würden sie nun von den auffallenden Lichtstrahlen angestossen, so gäben sie ihnen den Stoß auf solche Weise zurücke, daß alle Punkte des Abspringens sich in einer kleinen Entfernung von dem bestrahleten Körper befinden.

Ich gestehe gerne, man müsse bey dieser Erklärung den allergemeinesten Begriffen absagen, und gewisse Meynungen, die jedermann für wahr hält, und ungerne ablegen will, die Stirne bieten. Soll man also zum Beyspiele glauben? ein Körper sey im geringsten nicht an sich selbst sichtbar, sondern nur, in soferne seine Oberfläche mit Lichtkügelgen bestreuet sey? und wir sähen, genau zu reden, von alle dem, was wir berühren, unser Lebtage nicht das allergeringste. Allein, wie ist es möglich anders zu gedenken? woferne wir nichts sehen, als was uns Licht entgegen wirft, und wenn keine andere Materie im Stande ist, einen einzigen Strahl, der uns die Sache abbilden solle, ins Auge zu schicken, als nur diejenige unbegreiflich zarte, welche nebst der eigenen Materie des Körpers, seine Oberfläche ausmachet? Doch, vielleicht werden einige Beyspiele die

Härte

Härte dieser Folgerungen einiger massen lindern, und sie der Einbildungskraft faßlicher machen.

Gesezt, man würfe die Augen auf ein Stücke Scharlachtuch, würde man wohl in diesem Augenblicke anders gedenken, als man sehe ein wollenes Gewebe? und würde man nicht denjenigen auslachen, der vorgäbe, man sehe nichts weniger als dieses, sondern eine ganz andere Sache. Will man unterdessen etwas genauer nachdenken, so wird endlich das Geständniß erfolgen: man sehe in der That weiter nichts, als einen Anstrich von Cochenille, der sich fest an die eigene Materie der Wolle gehänget habe, man sehe die glänzenden Farbetheiligen in den leeren Räumigen der Wolle, und mit einem Worte, eine Substanz, welche zu derjenigen, daran man dachte, im geringsten nicht gehöre, und die uns zwar die Grösse, Lage und Gestalt derselbigen, keineswegs aber ihre eigene Materie, wahrnehmen lasse.

Siehet man, daß ein nasses Stükgen Papier weit dunkler ist als ein trockenes, so ist zwar bekannt, es rühre diese Beschaffenheit von dem eingesogenen Wasser her; aber, wäre es wohl möglich, mit der allerfeinesten Nadelspitze ein Oertgen zu treffen, das nicht also beschaffen wäre? Ja, was sage ich von der Nadelspitze: das allerbeste Vergrösserungsglas wird nicht im Stande seyn, die mit Wasser angefülleten Orte, und die dichten Theile des Papieres, dahinein es nicht dringen konnte, voneinander zu unterscheiden.

Hier haben wir also Fälle, denen ich noch gar manche beysetzen könnte, da ein Körper keinesweges durch seine eigene, sondern durch eine fremde Ma-

terie, die in seine Hölungen eingedrungen ist, sichtbar wird. Bringet nun die Kunst dergleichen durch eine Farbe oder durch Wasser zuwege, da doch diese Dinge der Lichtmaterie an Zartheit bey weitem noch nicht zu vergleichen sind; warum könnte nicht bey allen Körpern ein gleiches statt finden? darum, weil ihre Hölungen mit dieser Materie, darinnen sie entstanden und vorhanden, von Natur angefüllet sind, oder, warum sollte nicht ihre Oberfläche eine eben so grosse Menge von dieser Materie in sich fassen, als von leeren Räumgen, welche, wie bekannt, auf eine erstaunliche Anzahl steigen, und warum sollte diese Materie nicht nur etwa die hauptsächlichste, sondern die wahre und einzige Ursache des Erscheinens, oder der Sichtbarkeit einer Oberfläche seyn?

Es gehet deswegen nicht an, möchte man etwa einwenden, weil das Licht an sich selbst keine sichtbare Sache ist, dahingegen die Farbe- oder Wassertheilgen in der That kleine Körpergen sind, ohnerachtet sie nun zu dem Körper, den ich sehen will, oder, den zu sehen ich mir einbilde, nicht eigentlich gehören, sondern nur an seine statt mir ins Gesichte fallen, so sehe ich doch bey dem allen ein wirklich vorhandenes, und von dem Lichte, das mir sein Bild abmahlet, gänzlich unterschiedenes Ding.

Durch die vorhin angeführten Beyspiele suchte ich bloß dieses deutlich zu machen: Da eine Oberfläche allemahl mehr leere Räumgen als dichte Theile in sich begreife, so könnten jene gar wohl mit einer fremden Materie angefüllet seyn, und man dürfe dieser leztern das Abspringen der Strahlen, dadurch die Oberfläche sichtbar wird, ohne Bedenklichkeit zuschrei-

schreiben: Verhoffentlich nun, habe ich dieser Absicht ein Genüge geleistet. Betreffend nun die Beschaffenheit der Farbetheilgen, oder auch anderer, welche durch ihr Daseyn das Abspringen der Strahlen bey einem Körper ändern, so sind sie freylich nicht nur kleine Körpergen, sondern sie haben auch mit den Lichttheilgen, die wir in die Mündungen der leeren Zwischenräumgen setzen, nicht die geringste Aehnlichkeit: allein, ich getraue mir zu behaupten, gleichwie dann an seinem Orte wirklich geschehen soll, es lege die Cochenille, damit die Höhlungen der Wolle überzogen sind, an sich selbst dem Tuche seine rothe Farbe im geringsten nicht bey, sondern sie gebe nur Gelegenheit dazu; ja es würde weder sie, noch die damit überzogene Wolle roth aussehen, wenn sie nicht mit einem gewissen ihr eigenem Lichte, gleich einem Schwamme, getränket wäre. Eben so wenig ist das eingesogene Wasser die unmittelbare Ursache, warum nasses Papier dunkler als trockenes scheinet: Die Sache rühret im geringsten nicht daher, weil ich die Wassertheilgen und die eigene Theile des Papieres durcheinander gemenget erblicke, sondern, weil sehr viel von dem darauf fallenden Lichte sich in der durchsichtigen Materie, damit die Hölungen des Papieres angefüllet sind, verliehret, und weiter fortdringet, folglich um so viel weniger Licht zurükgeworfen wird. Es scheinet aber, wie bekannt, ein Körper um so viel dunkler, je weniger Strahlen er zurücke wirft.

Liesse man die Umstände dabey weg, so wäre es freylich schwer zu begreifen, wie das Licht an und vor sich selbst eine sichtbare Sache seyn könne. Alle

die kleinen Lichttheilgen, welche in den Hölungsmündungen eines Körpers schimmern, sind gleichsam lauter Spiegel, welche uns das Licht, das die Oberfläche erleuchtet, entgegen schicken, und dieselbige dergestalt sichtbar machen: Nur darf man dabey nicht ausser Acht lassen, daß diese Spiegel so zu sagen, in Rahmen eingefasset, und nach Maasgabe der Gestalt, Lage und Grösse, ihrer innhabenden Stellen, eingeschräncket sind. Dergestalt muß an ihren Wirkungen eine eben so grosse Mannigfaltigkeit erscheinen, als an der Durchlöcherung der Körper selbst, das ist, eine unendliche. Hiezu kömmt noch der Unterscheid, den der jedesmahlige Zustand der Oberflächen verursachet, indem immer einige regelmäßiger oder glatter sind, als andere. Man wird also leicht begreifen, warum sie nicht alle gleich stark schimmern, ohnerachtet sie allemiteinander aus einerley Ursache sichtbar sind.

Noch könnte man einwerfen: vermöge meiner Gründe müsse ein Körper um desto stärker schimmern, je schwammiger er sey; dieses aber laufe der Erfahrung gerade zuwider, indem dergleichen Dinge gemeiniglich die allerdunkelsten sind.

Ich antworte, ein Körper werfe das Licht im geringsten nicht nur deswegen zurücke, weil er schwammigt oder durchlöchert ist, sondern hauptsächlich deswegen, weil seine Hölungen mit solchem Lichte angefüllet sind, das seine von den darauf fallenden Strahlen erhaltene Bewegung nicht weiter, es sey nun in das Innere des Körpers, oder bis ausser ihn, fortpflanzen kann. Sind die Hölungen so weit, daß nicht nur die Lichtmaterie, sondern auch eine andere

dere flüßige Materie, als zum Beyspiele, die Luft, eindringen kann; stehen sie in einer solchen Ordnung, daß die in ihnen vorhandene Lichtkügelgen Freyheit haben, die empfangene Bewegung andern ihres gleichens mitzutheilen; so verursachet dieser grössere Grad der Durchlöcherung, an statt die Oberfläche heller zu machen, gerade das Gegentheil, und hat dieses keine weitere Erläuterung nöthig.

Fraget man auch, woher es doch kommie? daß die meisten Flächen, wenn sie uns Licht entgegen werfen, kein anderes, als ihr eigenes Bild im Auge hervorbringen, da doch andere, welche man deswegen Spiegel nennet, vielmehr solche Dinge, die man in einer gewissen Stellung gegen sie hält, darinnen abbilden? so antworte ich: es kommet daher, weil die leztern regelmäßiger, glatter und glänzender sind als jene, so werfen sie die Strahlen nicht nur in grösserer Menge zurücke, sondern auch in einer Richtung, welche mit der Richtung der auffallenden, oder von der Sache herkommenden Strahlen ein unveränderliches und abgemessenes Verhältniß hat. Indem dieser ganze Artickel den Wirkungen des abspringenden Lichtes von einer vollkommen glatten Fläche, hauptsächlich gewidmet ist, so habe ich vorizt nicht nöthig, meine Antwort in diesem Stücke weitläuftiger zu machen.

Fället das Licht auf einen derben Körper, er sey übrigens flüßig oder feste, so theilet es sich gleichsam in drey Theile. Einer davon springet nach einer gewissen Regel ab; er beobachtet nämlich bey seinem Abspringen allemahl ein gewisses Verhältniß gegen sein Auffallen. Der andere hingegen thut die-

dieſes nicht; ſondern weil kein einziger Körper eine vollkommene glatte Oberfläche, ſondern allezeit noch einige Ungleichheiten hat, ſo fähret das darauf fallende Licht gegen alle Seiten auseinander. Der dritte Theil verlöſchet währenden Berührens; entweder weil er in die Hölungen des Körpers trift, und da vernichtet wird; oder weil ihm die eigene Materie des Körpers, darauf er fället, keinen Gegenſtoß verſetzen, noch die Kraft, die er durch das Anprellen verlohr, aufs neue hervor bringen kann.

So nun, wie unter dieſen drey Theilen einer den andern an Gröſſe übertrift, bekommen auch die Flächen, darauf das Licht fället, einen andern Nahmen. Dunkel iſt diejenige, welche viel Licht in ſich ſchlukket, folglich wenig abſpringen läſſet. Hell oder glänzend iſt ſie, wenn ſie die Strahlen auf alle Seiten und in groſſer Menge von ſich wirft. Ein Spiegel heiſſet ſie, wenn der gröſte Theil der Strahlen, und zwar in einer gewiſſen Ordnung davon abſpringet. Die leztere Gattung läſſet ſich ſelbſt kaum wahrnehmen, dagegen zeiget ſie uns die Sachen, davon ſie erleuchtet wird, mit groſſer Deutlichkeit. Die zweyte fället ſtark ins Geſichte, zeiget aber ſonſt nichts, als ſich ſelbſt. Die dritte giebt ſich dem Auge nicht viel ſtärker, als ein Spiegel zu erkennen, nur fehlet ihr ſeine Eigenſchaft, die vor ihr ſtehenden Dinge abzubilden.

Weil hier die Rede von einer unveränderlichen Wirkung iſt, ſo ſiehet man leicht, es gehöre nur derjenige Theil des Lichtes, welcher nach einem gewiſſen Verhältniſſe abſpringet, zu unſerm Vorhaben. Denn dieſes Licht iſt das einzige, deſſen Bewegun-

gen

gen man zum voraus absehen, und zum Grunde einer Theorie legen kann. Wir nehmen demnach an, jedwede zurükwerfende Fläche sey ein vollkommener Spiegel; genauer zu reden, so setzen wir das Licht, welches wegen Ungleichheit der besagten Fläche zerstreuet wird, oder aus einem andern an ihr selbst liegenden Fehler verlohren gehet, bey Seite.

Ein Lichtstrahl kann einen Spiegel nur auf zweyerley Weise berühren, nämlich entweder bleyrecht, gleichwie f c, Fig. 1. in Absicht auf die Linie a b, thut; oder schief; gleichwie zum Beyspiele d c. Was nun bey diesem oder jenem Falle vorgehen müsse, das können wir ohnmöglich errathen, sondern wir müssen es von der Erfahrung lernen; Denn da wir nicht zum voraus wissen, was für ein Grad der ausdehnenden Kraft, sowohl dem anprellenden Strahle, als der angestossenen Oberfläche gebühre, so gehet es auch nicht an, den Vorgang beym Abspringen genau voraus zu sagen.

# I. Versuch.

## Anstalt.

Die 2. Figur stellet eine Scheibe von Holz oder Metall und 26. Zollen im Durchmesser vor, sie stehet auf einem Fusse vertical, und lässet sich vermittelst desselbigen nach Belieben höher oder niedriger rücken, gleichfals drehet sie sich um ihren Mittelpunkt, doch so, daß sie in der jedesmahl gegebenen Stellung verbleibet. Rings um die Scheibe gehet ein breiter Rand, der in vier gleiche Theile, und jedweder

Theil in 90 Grade abgetheilet wird, wozu man den Anfang bey gerade gegeneinander über stehenden Punkten machet. Nurbesagter in Grade abgetheileter Rand, ist vermittelst vier kleiner Stiftgen ohngefehr drey Linien hoch über die Scheibenfläche erhoben, und träget zween Läufer. An dem einen Läufer ist ein messingenes Blech A, von vier Zoll ins Gevierte, dergestalt festgemachet, daß es gegen die Scheibenfläche senkrecht stehet. In der Mitte hat es ein rundes Loch von vier Zoll im Durchmesser, nebst einer Hülse, darein man allerley Gläser und Blendungen einsetzen kann. Der zweyte Läufer B, träget eine drey Zoll breite und sechs Zoll lange, auch mit Oel getränktem Papiere bespannete Bogenrahme, deren Krümmung genau an die Krümmung des Randes passen muß, gleichwie denn auch auf dem Oelgetränkten Papiere Linien gezogen sind, welche auf die Grade des Randes treffen. C D sind zwey kleine senkrecht auf der Scheibe stehende Arme mit Falzen, darein jedweder der folgenden drey Spiegel passet, und beliebigen Falles eingeschoben werden kann. Ein solcher Spiegel ist von Metall, sechs Zoll lang, und zween breit; der erste ist flach, die übrigen beeden sind der Länge nach, also gebogen, als ob sie zu dem Umkreise eines Zirkels von zween Schuhen im Diameter gehöreten. Einer davon ist an der ausgebogenen Seite poliret, der andere an der eingebogenen. Wird einer von ihnen eingeschoben, so muß die an der Scheibe gezogene Linie e f, gerade auf seine Mitte treffen.

Ist

Ist nun diese Veranstaltung gemachet, und der flache Spiegel eingeschoben, so setzet man die Scheibe in ein völlig verfinstertes Zimmer, und lässet zu Mittage, oder doch in einer nicht weit davon entferneten Stunde einen einzigen Sonnenstrahl in der Dicke eines Zolles, durch ein Loch im Fensterladen herein fallen. Die Scheibe muß also gestellet werden, daß der Strahl schief an ihrer Fläche hinstreiche, und bey der Linie e f, auf die Mitte des Spiegels treffe. Nachgehens verschiebet man den Läufer mit dem Bleche A so lange, bis lezteres den ganzen Strahl auffänget, und einen Theil davon durch das Loch der eingesezten Blendung von dünnen Meßingbleche durchfahren lässet.

## Erfolg.

1. Ist der Sonnenstrahl dergestalt auf den Spiegel gefallen, so springet er gegen die andere Seite der Scheibenfläche davon ab, und bildet an dem durchsichtigen Papiere einen lichten runden Flek, von der Grösse des Loches in der Platte A dadurch er einfiel. Siehet man nun nach, auf welchen unter den Graden des Randes, der Mittelpunkt besagten Fleckens treffe, so findet man, es sey derselbige von dem Punkte e eben so weit disseits entfernet, als der Mittelpunkt des Einfalloches, jenseits.

2. Drehet man die Scheibe, und verschieber die Platte A auf solche Weise, daß der Strahl nicht mehr so schief als zuvor auf den

Spie-

Spiegel fället, so wird man sein Bild, das nach geschehenen Abspringen an der Rahme erscheinet, um eben soviel gegen den Punkt o gerücket sehen.

3. Drehet man die Scheibe auf solche Weise, daß der einfallende Strahl in der Linie e f nach dem Spiegel streichet, so siehet man ihn nirgendhin abspringen, denn er springet in eben der Linie vom Spiegel ab, in welcher er auffiel. Dieser dreyfache Erfolg kann in folgenden allgemeinen Satze vorgetragen werden. Wenn das Licht abspringet, so ist sein Absprungswinkel allemahl dem Auffallswinkel gleich.

## Ursache.

In der IV. Stunde wurde gezeiget, es rühre das Zurückeprallen daher, weil sich entweder die Theile des angeprelleten Körpers, oder die Theile der berühreten Fläche von dem Zusammendrücken, das sie währenden Anprallens litten, wiederum erhohlen, und in den vorigen Stand setzen. Denn eben indem dieses geschiehet, stossen sie den Körper, der sie zusammengedrücket hatte, nicht anders, als eben so viele Uhrfedern thun würden, von sich weg. Dergestalt prallet die Bewegung eines Lichtstrahles in sich selbst zurücke, wenn ihre Richtung so, wie e f Fig. 1. bleyrecht gegen den Spiegel gehet.

Bey dem schiefen Auffallen kann das Licht, oder was mit ihm vorgehet, also betrachtet werden, als ob sein Fortstreichen von einem Orte zum andern,

durch

durch zwo ganz verschiedene Bewegungen veranlasset würde. Die eine hätte es um soviel als d g abwärts getrieben, die andere hingegen, so weit als d P gerade fortgebracht. Nun schadet der Spiegel dieser leztern Bewegung nicht das geringste, darum, weil ihre Richtung mit ihm oder welches einerley, mit der Linie a b, gleich lauft, sondern das Licht muß um soviel als c h beträget, ferner gerade fort eilen, und diesen Raum eben so geschwinde durchlaufen, als den gleich grossen d P. Allein die andere Bewegung, welche das Licht um soviel, als die Höhe d g beträget, abwärts trieb, wird deswegen, weil ihr der Spiegel im Wege stehet, gänzlich aufgehoben, dagegen entstehet aus ihr durch den Gegenstoß der zusammengedrukten Theile, eine neue, von gerade umgekehrter Richtung. Aus dieser neuentstandenen Bewegung, die ihren Trieb gegen P hat, und aus der alten, welche noch immer mit der Richtung c h fort dauert, wird eine dritte zusammengesetzet, Kraft deren der Strahl sich nothwendiger Weise gegen das Spiegelstücke a c neiget. Diese Neigung aber c e, muß d c gleich seyn, woferne der Strahl in dem Augenblicke, da sich die zusammengedrükten Theile vermittelst ihrer ausdehnenden Kraft wiederherstellen, eine eben so grosse Geschwindigkeit aufwärts zu fahren, erhält, als er bey dem Anprallen an den Spiegel zum Herabfahren hatte.

Indem es die Erfahrung zeiget, es sey der Winkel e c h eben so groß als der Winkel d c b und es finde diese Gleichheit bey jedwedem abspringenden Strahle Plaz, so folget daraus, es müsse die ausdehnende Kraft der Theile, welche

das

das Abspringen verursachet, vollkommen seyn, das ist, nur besagte Theile müssen sich vollkommen, und in einer eben so kurzen Zeit, als ihr Zusammendrücken erforderte, wieder herstellen. Denn wäre dieses nicht, so könnte der abgesprungene Strahl, indem er um so viel als e h fortrücket, nimmermehr die Höhe des Punktes e erreichen, auf welche Weise der Absprungswinkel kleiner als der Einfallswinkel werden müste. Indem uns also der angestellete Versuch die Gleichheit dieser Winkel beweiset, so lehret er uns auch, es hätten die Lichttheile eine vollkommene ausdehnende Kraft, oder woferne ja etwas daran fehlen sollte, so merke man es doch an einem abgesprungenen Strahle von ziemlicher Länge nicht. Es bleibet nämlich der Erfolg einerley, wenn gleich der gegenwärtige mit weit längern Strahlen angestellet wird. Nun können wir aber diese vollkommene ausdehnende Kraft ohnmöglich dem Spiegel selbst, oder seiner eigenen Materie beylegen; denn es lässet sich aus jedweder Materie, welche einne Glätte annehmen will, einer machen; ist es nun wahrscheinlich, daß alle Körper, welche das Licht zurükwerfen, vollkommen elastisch wären?

Eben diese leztere Ueberlegung, giebt der Meynung, daß das Licht im geringsten nicht von der eigenen Materie eines Körpers zurükgeworfen werde, einen grossen Nachdruck. Denn woferne dieselbige weder schlechterdings unbeugsam, noch vollkommen elastisch ist, wie kommet es? daß sie die Bewegung des auffallenden Lichtes nicht schwächet. Wird aber die Stärke der Bewegung bey dem Anprallen geschwächet, woher bekommet der abspringende

Strahl

Strahl eine eben so grose Geschwindigkeit, als diejenige war, die am Spiegel verlohren gieng? Zwar ist das Licht, nach dem Abspringen von einer Fläche, es sey selbige so glatt als sie will, niemahls mehr so stark, als da es unmittelbar von dem leuchtenden Körper herkam; allein es hat diese Verminderung der Stärke mit der Geschwindigkeit der Strahlen nicht das mindeste zu schaffen, sondern sie rühret bloß von der verminderten Anzahl derselbigen her, indem wie oben gezeiget wurde, nicht wenige von ihnen, theils verschlucket, theils zerstreuet werden.

Das nurbesagte allgemeine Gesez, das aus dem vorigen Versuche folget, nämlich, der Absprungswinkel sey dem Auffallswinkel allemahl gleich, ist der Grund der ganzen Catoptrik. Alle übrige Versuche sind eine blosse Anwendung (i) dieses Saz-

(i) Ein Mathematicus, welcher aus den Erfahrungen so viel weis, 1. das Licht bewege sich in einem gleichartigen Mittel beständig in einer geraden Linie fort, 2. es springe unter eben dem Winkel von einem Spiegel ab, unter welchem es auffiel, dem fallen die Mittel, dadurch ich die vornehmsten Erscheinungen der Catoptrik erkläre, nicht nöthig. Denn für ihn sind alle Fälle, die ich durchgehen und untersuchen muß, eben so viele Aufgaben, die er weit leichter, sicherer, genauer und ausführlicher auflösen kann, als es vermittelst der Versuche zu thun möglich fället, indem man es bey diesen allemahl merket, daß die Maschinen unvollkommen sind, und beschwehrlich fallen. Ich biete den gegenwärigen Theil meines Werkes nur solchen Lesern an, welche entweder die sinnlichen Beweise nicht wohl missen können, oder doch gerne wissen möchten, wie weit es angehe, die Lehrsätze aus der Erfahrung zu bestätigen.

zes. Wüste ihn jemand gehörig zu gebrauchen, der würde im Stande seyn, nicht nur die Wirkung eines jedweden Spiegels, was für Gestalt derselbige immer haben möchte, voraus zu sagen, sondern auch die Ursache davon anzugeben. Um nun diese Wissenschafft solchen Personen, welche nicht genugsam vorbereitet sind, zu erleichtern, werde ich die gewöhnlichsten Fälle vortragen, und allemahl zeigen, wie man die hauptsächlichsten Erscheinungen, auf welche man alle übrige bringen kann, aus besagter Grundregel herleiten könne.

Das abgesprungene Licht wirket niemahls nur durch einen einzigen Strahl, weder, wenn es uns das Bild einer Sache ins Auge mahlet, noch, wenn es Wärme erreget, sondern es wirken allemahl mehrere Strahlen zugleich. Da nun das Abspringen eines jedweden Strahles, auf seinem ihm eigenen Auffallen beruhet, so muß man vor allen Dingen die Ordnung erwägen, in welcher sie auf der zurükwerfenden Fläche anlangen. Denn da die Strahlen gegeneinandeer selbst, entweder verlaufend (divergirend) oder nähernd, (convergirend) oder gleichlaufend, (parallel) sind, so ist diese einzige Ursache schon hinlänglich genug, warum einige schiefer als andere auffallen müssen.

Zweytens muß man die Gestalt des Spiegels erwägen, ob er nämlich flach oder krumm, ein oder auswärts gebogen sey? denn da ein Strahl auf diesen, jener auf einen andern Punkt der Oberfläche fället, besagte Punkte aber nicht allemahl in einerley Fläche, sondern zuweilen in einer mehr oder weniger schiefliegenden sind, so begreifet man leicht,

es müsse in dem leztern Falle ein Unterscheid in dem Abspringen der Strahlen, folglich auch in ihrer Stellung gegeneinander, statt haben.

## Erster Fall.

### Wenn gleichlaufende Strahlen von einem flachen Spiegel abspringen.

### II. Versuch.

#### Anstalt.

Die Vorbereitung zu diesem Versuche ist wie bey dem vorhergehenden. Der ganze Unterschied bestehet darinnen, daß man statt eines einzigen Sonnenstrahles, zween, durch die Blendung im Bleche A fallen lässet. Die Blendung muß nämlich zwey runde Oefnungen jedwede von 3. Linien im Durchschnitte haben. Die Mittelpunkte der Oefnungen müssen 10. Grade weit voneinander entfernet seyn.

#### Erfolg.

Der schiefe Winkel unter welchem beede gleichlaufende Strahlen auf den Spiegel C D fallen mag so viel Grade betragen, als er will, so werden sie doch nach dem Abspringen allemahl wieder gleichlaufend seyn. Denn die Mittelpunkte der lichten Flecken, die sie an dem Papiere B. verursachen, sind allemahl eben so weit voneinander entfernet, als die Mittelpunkte der beeden Blendungsöfnungen.

## Ursache.

Weil der Spiegel flach ist, so gehet durch beede Orte a, b, Fig. 3. darauf die Strahlen a c und b d fallen, eine gerade Linie; Sind nun diese Strahlen unter sich gleichlaufend, so ist der Winkel c a e den der eine mit dem Spiegel machet, eben sogroß als der Winkel d b f den der andere damit machet. Indem nun ferner der Absprungswinkel eines Strahles allemahl seinem Auffallswinkel gleich, und das Spiegelstücke a g als eine Verlängerung der geraden Linie f a anzusehen ist, so werden die beeden Winkel i b h und g a k einander ebenfalls gleich, woraus dann das Gleichlaufen der abgesprungenen Strahlen a k und b h nothwendig folget.

Unterdessen haben die beeden Sonnenstrahlen, die ich für gleichlaufend ausgebe, diese Eigenschaft, nach der Schärfe genommen, eigentlich nicht, sondern bloß in dem gegenwärtigen Falle, da man nämlich nur ein zween Schuh langes Stücke von ihnen in Erwägung nimmet. Genau zu reden, sind sie verlaufend (divergirend) darum, weil die Mittelpunkte ihrer Bilder an dem Papiere B, etwas weiter voneinander entfernet sind, als die Oefnungen der Blendung A.

Um dieses recht zu verstehen, muß man erwägen, es komme der Lichtstrohm, welcher durch das Fensterloch hereinfället, im geringsten nicht von einem einzigen leuchtenden Punkte des Sonnenkörpers her, sondern von allen den Loche entgegenstehenden Punkten der Sonnenoberfläche. Nun sahen wir aber in der vorigen Stunde, es pflegeten die Lichtströme verschiedener leuchtenden Punkte, wenn sie durch eine Oef-

nung

nung fielen, einander daselbst zu durchkreuzen, und Wechselwinkel zu machen, welche folglich einander gleich seyn. Es ist aber der Durchmesser des Sonnenkörpers anzusehen als die Sehne zu einem Bogen von 32. Minuten; das ist, wenn die Sonne durch ihren scheinbaren Umlauf in 24. Stunden einen sichtbaren Zirkel beschriebe, so würde die Breite der Sonnenscheibe etwas mehr als einen halben Grad von den 360. des besagten Zirkels bedecken; Hieraus folget, wenn von beeden Enden des Sonnendurchmessers Strahlen ausfahren, und einander in einem Fensterloche durchkreuzen, so bilden sie im verfinsterten Gemache keine Walze, sondern einen Lichtkegel, daran die Grundfläche eben so groß ist als 32. Minuten eines Zirkels, der seinen Mittelpunkt im Fensterloche hat.

Ohnerachtet also die Sonnenstrahlen, die wir bey unserm Versuche gebraucheten, nach der Schärfe genommen, nicht gleichlaufend waren, so können wir doch aus demjenigen, was mit ihnen vorgieng, allerdings schlüssen, wenn die Strahlen beym Auffallen auf einen flachen Spiegel gleichlaufend seyen, so bleiben sie es auch nach dem Abspringen allemahl, denn die Ursache davon beruhet theils auf dem gegebenen Beweise von der Gleichheit der Absprungs und Auffallswinkel, theils auf der Beschaffenheit des Spiegels, im geringsten nicht auf dem vollkommenen Gleichlaufen der Strahlen, gleichwie denn dieses aus dem bisher beygebrachten zur Gnüge erhellet.

## Zweyter Fall.

### Wenn verlaufende Strahlen von einem flachen Spiegel abspringen.

### III. Versuch.

#### Anstalt.

Man gebrauchet die Maschine Fig. 2. noch immer. Nur setzet man auf die Blendung bey A ein Hohlglas, weil dieses, wie ich anderswo zeigen will, vermöge seiner Natur die Strahlen auseinander treibet. Den Spiegel nimmet man erstlich weg, und verschiebet die Rahme bis in den Quadranten E, damit man sehen kann, um wie viel Grade beede Strahlen auseinander fahren; hernach schiebet man die Rahme an ihre vorige Stelle, und setzet den Spiegel gleichfalls wieder ein.

#### Erfolg.

Man siehet aus der Entfernung der beeden Lichtflecken an der Rahme B, daß die abgesprungenen Strahlen noch immer eben so weit voneinander sind, als vor dem Auffallen auf den Spiegel.

## Dritter Fall.

### Wenn nähernde Strahlen von einem flachen Spiegel abspringen.

# IV. Versuch.

## Anstalt.

Man verfähret eben alsv, wie bey dem vorigen Versuch, nur gebraucht man bey A statt des Hohlglases ein Linsenglas, das die Sonnenstrahlen in einer Weite von 24. Zollen zusammen wirft.

## Erfolg.

Nimmet man den Spiegel weg, und schiebet die Rahme herab, so vereinigen sich beede Strahlen an selbiger. Eben dieses geschiehet auch, wenn der Spiegel und die Rahme ihre vorige Stelle wieder bekommen. Beede Strahlen bilden nur ein einziges Lichtscheibgen: Man siehet also, daß ihre Näherung nach dem Abspringen eben so groß ist als vorher.

## Ursache.

Hat man die Erklärung des Erfolges bey dem zweyten Versuche wohl begriffen, so wird man ohne Mühe einsehen, warum das Abspringen der Strahlen von einem flachen Spiegel weder an ihrem Verlaufen, noch an ihrem Nähern etwas verändere? Denn da in einem ähnlichen Falle die Gleichheit der Auffalls- und Absprungswinkel die Strahlen nach dem Abspringen gleichlaufend ließ, wenn sie es vorher waren, so stellet eben diese Gleichheit der Winkel die abgesprungenen Strahlen nothwendiger Weise auch eben so verlaufend oder nähernd vor, als sie es bey dem

Auffallen waren. Man beliebe nur die 4. und 5. Figur zu betrachten, so wird man sehen, daß die Strahlen H und K wenn sie von b a bis nach F abspringen, um eben so viel auseinander oder gegen einander fahren, als wenn sie ihren Weg ohne alles Abspringen aus b a nach E fortgesetzet hätten.

Zu bemerken ist, 1. daß in dem dritten Versuche die Lichtscheibgen auf der Rahme nicht nur weiter voneinander stunden, als die Blendungsöfnungen, sondern auch eine mehrere Grösse als in dem I. Versuche bekamen. 2. Daß die Strahlen, die man im IV. Versuche zum Nähern brachte, an ihrem Vereinigungsorte einen blossen leuchtenden Punkt bildeten, da sie doch eine Lichtscheibe von eben der Grösse als die Blendungsöfnung war, das ist, von 3 bis 4. Linien im Durchschnitte, vorstellen sollten.

Alles dieses kommet daher, weil das Hohl oder Linsenglas, damit wir beede walzenförmige Lichtströme zum Verlaufen und Nähern brachten, seine Wirkung nicht nur an den ganzen Strömen überhaupt, sondern auch an den einfachen Strahlen, daraus dieselbigen bestehen, verrichtete. Ich hätte demnach, sowohl diese, als die folgenden Versuche nur mit einem einzigen Lichtstrome anstellen können. Denn hätten wir das Lichtscheibgen, das ein abgesprungener Strahl an der Rahme bildete, mit dem Scheibgen eines unmittelbar von der Sonne herkommenden, oder auch mit der Blendungsöfnung bey A verglichen, so hätten wir ebenfalls erfahren, was für eine Wirkung der Spiegel in Absicht auf die Richtung der Lichttheilgen erzeige: Allein ich habe

mit gutem Vorbedachte zween dazu genommen, weil auf diese Weise die Ursache desto leichter zu begreifen und durch Figuren vorzustellen fället. Nur muß man sich erinnern, daß man sich die beeden Strahlen, die wir bey unsern Versuchen erscheinen lassen, mit Beyseitsetzung der besondern Gestalt eines jedweden, allemahl als Lichtwalzen, Pyramiden oder Kegel, die man nach der Länge ihrer Achse entzwey geschnitten hätte, vorstellen könne.

## Nutzen.

Bekannter massen dienete die Oberfläche eines hellen und stillen Wassers zum allerersten Muster eines Spiegels; Allein, als die Kunst der Natur in diesem Stücke gleichzukommen suchete, übertraf sie dieselbige in der That. Denn zu geschweigen, daß eine glatt gemachte metallene Platte, dergleichen man vor Alters gebrauchte, oder ein voritzt übliches verzinnetes Glas, eine Sache weit lebhafter als ein flüßiger Spiegel, abbilde, so haben sie alle beede auch noch diesen Vortheil vor ihm, daß sie manche Wirkungen des Lichtes, welche anderswo entweder einen sehr geringen Nutzen, oder doch schlechte Kenner ihrer Schönheit haben, in unsere Zimmer versetzen, und uns dadurch theils viel Vergnügen, theils viele Vortheile schaffen. Der allerernsthafteste Weltweise wird heutiges Tages aufgeräumet, wenn er sich in dem Gemache eines reichen Mannes auf allen Seiten mit kostbar eingefasseten und vortheilhaftig angebrachten Spiegeln umgeben siehet, und in einem jedweden nicht nur sein eigenes Bild, und seine Bewegungen erblicket, sondern auch Leute, Ge-

bäude, und grosse Gärten jenseits einer Mauer, wo dergleichen Dinge, wie er wohl weis, im geringsten nicht vorhanden sind; Er geniesset Aussichten, denen man gleichsam wider ihren Willen eine bequeme Stelle aufdrang, und er bemerket eine Menge anderer Augenverblendungen, davon immer eine die andere an Schönheit übertrift. Bey seinem Eintritte ins Gemach war er willens eine Strafpredigt über den Pracht zu halten; beym Weggehen muß er die schöne Erfindung, damit man ihm ein Vergnügen machte, selbst bewundern.

Die alten Spiegel waren nicht, wie einige vermeynen, von Stahl, sondern von Kupfer, das man, um ihm eine Silberfarbe zu geben, mit Zinn und Arsenik oder Spiesglase versetzete. Aber zu geschweigen, daß ein solcher Spiegel, wenn er groß seyn sollte, nicht nur eine unbequeme Schwere bekam, sondern auch viel kostete, und schwer zu verfertigen war, so lief auch dieses vermischete Metall sehr geschwinde an, es sah folglich schlecht aus, und konnte eine Sache unmöglich deutlich genug vorstellen. Seit Erfindung des Glases, verfertiget man dergleichen Spiegel nur noch in dem einzigen Falle, wenn sie nicht groß seyn dürfen, und wenn ihre Zubereitung aus Glase allzuviele Mühe verursachen würde.

Ein Glas, das mit Quekfilber und Stanniole beleget worden, ist zwar nicht so schwer, kostet nicht soviel, und bleibet länger hell, als die metallene Spiegel, davon ich izt redete; hingegen kann es wegen eines andern Fehlers zu catoptrischen Versuchen, da man es sehr genau nehmen muß, nicht gebrauchet werden. Denn es bildet gemeiniglich

eine

eine Sache zweymahl ab, einmahl mit seiner fördern Oberfläche, das andere mit dem Belege der hindern, und es beruhet der ganze Unterschied zwischen beeden Bildern bloß auf der Deutlichkeit des leztern. Je dicker das Glas ist, desto leichter merket man diesen Fehler, gleichwie die 6. Figur leicht begreiflich machen wird. a b stellet die fördere, c d die hindere Oberfläche eines Glasspiegels vor. Gesezt nun, es fielen von einem Punkte einer Sache zween Strahlen auf beede Flächen, und würden von ihnen zurük geworfen, so würde der Strahl, welcher von a b abspringet, das Bild des leuchtenden Punktes nach e, der von c d abspringende nach f bringen.

Vermittelst eines einzigen flachen Spiegels, er sey so groß als er will, vermag man weder die Sonnenstrahlen in die Enge zu bringen, noch die Wärme, die sie natürlicher Weise verursachen, auf einen höhern Grad zu treiben. Denn da er die Strahlen also abspringen lässet, daß an ihrem natürlichen Gleichlaufen nicht das geringste geändert wird, so kann auch keine Wirkung, die nur bey ihrem Nähern statt findet, daraus folgen. Ja es hat vielmehr das Licht, wenn es unmittelbar von der Sonne herkommet, eine grössere Kraft, als wenn es der Spiegel von sich wirft, darum, weil er niemahls so vollkommen glatt ist, daß die auffallenden Strahlen allemiteinander nach der Regel abspringen könnten.

Dagegen erzeiget der Schein der Kerzen gemeiniglich eine bessere Wirkung, wenn viele Spiegel im Gemache sind. Denn es vervielfältigen sich nicht nur die flammenden Bilder, sondern es wird auch von dem polirten Glase mehr Licht zurükgewor-

worfen, als von dem gemahlten Tafelwerke, oder von den Tapeten.

Betrachten wir eine Sache unmittelbar, so sehen wir sie selbst, ja wir sehen sie auch, wofern wir nur nahe genug dabey stehen, beynahe allemahl so wie sie wirklich ist; Im Spiegel hingegen sehen wir nur ihre Abbildung. Aber an statt daß dieses Gespenstmäßige Wesen an eben der Oberfläche, die es durch das Zurükwerfen der Strahlen hervorbringet, haften sollte, siehet man es in einer grössern oder kleinern Entfernung hinter derselbigen, so wie die Sache selbst weiter vom Spiegel oder näher dabey stehet: Nebstdeme hat es auch nicht allemahl eben dieselbige Grösse, Lage oder Gestalt, als die Sache, die es vorstellet. Woher alles dieses rühre, das wollen wir zu ergründen bemühet seyn, und um besserer Deutlichkeit willen, unsere Sätze ganz ungekünstelt vortragen.

Man stelle sich vor, es sey die gerade Linie a b, Fig. 7. die Oberfläche eines flachen Spiegels; Ferner sey c ein leuchtender Punkt, davon ein Strahl c d auf den Spiegel fället, und wie d e davon abspringet. Vermittelst des abgesprungenen Strahles wird man die Sache nicht in c wo sie wirklich ist, sondern in der Linie e f sehen. (Die Entfernung bleibet vorizt unbestimmet.) Die Ursache ist, weil man oben ausgeführter massen eine Sache allemahl in der Richtung der ins Auge fallenden Strahlen siehet: Nun kommet aber vorizt der Strahl d e, welcher ein Stük von der Linie e f ist, ins Auge.

Was die Entfernung betrift, so muß man erwägen,

gen, daß wir niemahls eine Sache vermittelst eines einfachen Strahles sehen, sondern es fället von jedwedem sichtbaren Punkte ein ganzer Lichtkegel gegen uns, dessen Grundfläche der Stern an unserm Auge misset. Demnach ist c d und d e Fig. 7. eigentlich zu reden, die blosse Achse von dem theils auffallenden, theils abspringenden Lichtkegel, den die 8. Figur vorstellet. Nun beurtheilen wir bey einer nahen Sache, die Entfernung ihrer sichtbaren Punkte aus dem Verlaufen der Strahlen, daraus die Lichtkegel bestehen; das ist, es scheinet uns, als ob von besagten Punkten jedweder an derjenigen Stelle wäre, wo die Strahlen sich vereinigen oder durchkreuzen würden, wenn sie in eben der Ordnung aus dem Auge wegführen, als sie hinein fielen: Dergestalt siehet man den Punkt c, in g, ohnerachtet die Vereinigung der Strahlen nicht wirklich vorgehet.

Da wir aus der Erfahrung wissen, es ändere ein flacher Spiegel nicht das geringste an dem Verlaufen der Strahlen, so folget daraus, es sey der Punkt g von der zurükwerfenden Fläche eben so weit auf dieser Seite entfernet, als der Punkt c, auf jener: Wenn also das Auge in e stehe, so sehe man vermittelst des abgesprungenen Strahles, das Bild des Punktes in c, das ist, ganz genau in eben der Entfernung, darein man bey dem unmittelbaren Beschauen, ihn selbst aus dem Punkte h gesetzet hätte.

Dieses also ist die Ursache, warum wir die Bilder in eben den Entfernungen hintereinander im Spiegel erblicken, als die Sachen vor demselbigen befindlich sind; Eben dieses ist die Ursache, warum uns unser Bild entgegengehet, wenn wir gegen den Spiegel treten, in-

glei-

gleichen, warum der Spiegel die Bewegungen und Stellungen, die wir vorwärts oder zurücke machen, gerade umgekehrt vorstellet; Eben deswegen gehöret eine grosse Uebung dazu, die Hände nach Anweisung des Spiegels zu regieren, denn weil ihr Bild gegen uns fähret, wenn wir die Hand selbst von uns weg und gegen den Spiegel bringen, so denken wir immer, wir machten eine andere Bewegung als wir zu machen willens sind, daher gehet es mit dem, was wir thun wollen, sehr langweilig und ungeschikt zu.

Die Grösse des Bildes, das wir hinter dem Spiegel erblicken, beurtheilen wir eben also, wie die Grösse einer Sache, die wir vermittelst eines geraden Strahles sehen, das ist, wir schätzen sie nach der Grösse der Sehewinkel, die ihr Maas sind. Da nun, vermöge des IV. Versuches, ein flacher Spiegel dem abspringenden Strahle seinen vorhin gehabten Grad der Näherung lässet, so ist der Winkel k e l, Fig. 9. eben so groß als K i L, und das Bild k l muß ganz genau eben so groß scheinen, als die Sache selbst K L, einem in i befindlichen Auge scheinen würde. Aus dieser Ursache ist der Spiegel falsch, wenn er eine Sache grösser oder kleiner vorstellet, als sie wirklich ist, denn es geschiehet dergleichen in der That nicht, es weiche dann seine Fläche von der geraden Linie ab.

Indem die hinter dem Spiegel erscheinende Bilder, so viel das Sehen betrifft, die Stelle wirklicher Dinge vertreten, so schätzen wir, es sey nun aus Uebung, oder aus einem sonst bekannten Grunde, ihre Grösse und Entfernung sehr oft vermittelst einer Ausnahme von der Regel der Sehewinkel. Demnach

gilt

gilt hier alles, was der vorige Abschnitt von dieser Materie erwähnete, ebenfalls. Dieses einzige muß man dabey noch erwägen, daß an jedwedem Spiegel, auch an dem allerbesten, allemahl einige Strahlen verlohren gehen, folglich das Bild die Deutlichkeit der Sache selbst niemahls haben könne, und daß wir deswegen seine Entfernung allemahl für grösser schätzen, als sie durch die Einrichtung der Strahlen angegeben wird.

Kaum ist es nöthig zu erwähnen, daß eine Person, die sich im Spiegel betrachtet, ihre rechte Seite an der linken des Bildes siehet. Es kann dieses ohnmöglich anders seyn, wenn das Bild der Person gerade entgegen stehet: denn es ist gleichsam ihr Abdruk. Zwo Personen sehen sich auf gleiche Weise, wenn sie gerade vor einander stehen.

Von grösserer Wichtigkeit ist, daß eine vor dem Spiegel stehende Person allemahl nur so viel von ihrer eigenen Grösse siehet, als die doppelte Länge des Spiegels beträget. Ist demnach der Spiegel nicht halb so groß als sie, so kann sie sich nicht völlig darinn bespiegeln. Dagegen wird sie von einer andern eben so grossen, nur aber vom Spiegel weiter entferneten Person, einen grössern Theil sehen, gleichwie im Gegentheile einen kleinern, wenn sie näher dabey stehet. Die Ursache dieser Erscheinungen wird leicht begreiflich fallen, woferne man die Augen auf die 9. Figur zu werfen, und dabey zu erwägen beliebet, wenn die Sache und das Auge gleichweit vom Spiegel entfernet sind, gleichwie in dem Falle, da man sich selbst betrachtet, wirklich geschiehet, so würden die beeden Strahlen, welche Schenkel des Winkels k e l sind, und das Bild

messen, in der Gegend ihrer halben Länge von der Linie a b, dadurch die zurükwerfende Fläche vorgestellet wird, entzweygeschnitten: Nun ist ihr Verlaufen an diesem Orte gleich dem halben Raume k l, welcher das ganze Bild einschliesset, woraus augenscheinlich folget, der Spiegel würde das Bild K L ohnmöglich ganz vorstellen können, wenn er kleiner als m n wäre.

Mit einem Worte, weil die Strahlen m e und n e unter eben dem Grad der Näherung von einem flachen Spiegel abspringen, unter welchem sie von den Punkten K und L herkamen, so erscheinet die Sache vermittelst des Spiegelstückes m n, eben also, als wenn man sie durch das Loch eines Bretes betrachtete: Nun siehet man aber in dem leztern Falle mehr oder weniger von der Sache, je näher das Auge dem Loche, oder je weiter es davon stehet, es fället auch nicht schwer zu finden, um wie viel es mehr oder weniger von der Sache sehe? Man darf nur erwägen, das Auge sey der Mittelpunkt, in welchem alle durch das Loch fahrende Sehestrahlen zusammenlaufen oder sich vereinigen. Demnach darf man nur diese Strahlen ausserhalb des Loches verlängern, so wird ihre Entfernung voneinander den Raum, den sie in einer gegebenen Weite zwischen sich schliessen, sogleich angeben.

Stellet man also die Spiegel deswegen in einem Gemache auf, damit man dieses oder jenes, zum Beyspiele, ein gewisses Gebäude oder Gartenstücke, darinnen erblicke, so muß man alles bisher erwähnte wohl in Acht nehmen, weil man ausserdeme seine Absicht entweder gar nicht, oder doch nicht völlig erreichen würde.

Die Stellung des Bildes beruhet auf der Stellung der Sache in Absicht auf den Spiegel. Denn da jedweder Theil der Sache eben so weit auf dieser Seite vom Spiegel entfernet ist, als sein Bild auf jener, so ist auch sein Bild das vörderste, wenn er selbst dem Spiegel näher ist, als ein anderer Theil der Sache. Aus dieser Ursache neiget sich k l Fig. 9. gegen den Pfeil, den es vorstellet. Es muß nämlich der Punkt k dem Spiegel näher seyn, als der Punkt l. Läge eine Person platt auf dem Boden des Gemaches, und es stünde an ihren Füssen ein bleyrecht aufgerichteter Spiegel, so würde das Bild eben dieselbige Stellung haben, als die Person, das Bild der Füsse würde den Spiegel berühren, das Bild des Kopfes aber am weitesten entfernet seyn: Hielte sich die Person ganz steif, und liesse sich allmählig also aufrichten, daß ihr Leib währenden Aufrichtens einen Viertelszirkel beschriebe, so würde das Bild gleichfalls alle Grade eines Quadrantens nacheinander durchlaufen, bis es endlich mit der Person parallel, und der Spiegel zwischen ihr und ihm in der Mitte stünde.

Hieraus erhellet, man müsse die Spiegel in einem Gemache also stellen, daß sie mit dem Boden und den Wänden ganz genau rechte Winkel machen, indem sonst weder diese noch jene in ihrer wahren Stellung erscheinen. Stehet der Spiegel schief gegen die Sache, so stehet auch ihr Bild schief gegen dieselbige.

Etwas sehr merkwürdiges ist dieses: neiget sich der Spiegel gegen die Sache, so machet ihr Bild einen doppelt so grossen Weg, als wenn sich die Sache gegen den Spiegel neiget. Stünde zum Beyspiele, die vorhin erwähnte Person gerade aufgerichtet vor einem

wasserrecht liegenden Spiegel, und liesse ihn allmählig aufrichten, so würde ihr Bild nicht wie vorhin einen Viertelszirkel, sondern einen halben durchlaufen. Man setze: die Person sey in der Linie E G, Fig. 10. und der Spiegel sey a b, so wird der Kopf in e, die Füsse in g erscheinen, folglich ist sowohl das Bild, als die Sache in dem Durchmesser des halben Zirkels E b e. Nun richte man den Spiegel auf, bis er mit der Person einen Winkel von 45. Grad machet, wie in der 11. Figur, so wird man die Person in dem wasserrechten radio e a sehen, folglich hat ihr Bild einen Viertelszirkel durchlaufen, ohnerachtet die Bewegung des Spiegels nur 45. Grade betrug. Eben aus dieser Ursache scheinet auch die geringste Bewegung, die man beym Wegtragen mit einem Spiegel machet, sehr groß zu seyn, woferne man sie bloß aus der Bewegung der Bilder, die man hinter ihm erblicket, beurtheilen will. Das Licht, welches vom Wasser zurükgeworfen wird, machet allemahl sehr merkliche Bewegungen, ohnerachtet das Wasser beynahe gar keine zu haben scheinet. Wer es nicht gewohnet ist, dem machet ein neutonischer Tubus mehr Mühe mit Richten, als ein anderer, darum, weil das Bild, das man suchet, bey der geringsten Bewegung der Spiegel, einen sehr weiten Weg machet, folglich desto schwerer zu finden, und leichter zu verlieren ist.

Noch hat ein flacher Spiegel die Eigenschaft, daß er dem Bilde seine völlige Gleichförmigkeit mit der Sache lässet, und zwar allemahl aus der Ursache, weil die Entfernung a g Fig. 8. eben so groß ist, als a c. Denn woferne man diese Regel bey allen Punkten E, F, G, u. s. w. der 10. und 11. Figur an-

anwendet, so erhellet, weil e c gleich c E, f d gleich d , g h gleich h G, so müste sich auch e, f, g nothwendiger Weise eben sowohl als E, F, G in einer geraden Linie befinden; befände sich folglich F ausserhalb der Linie E a, so müste man sein Bild f, gleichfalls entweder näher oder weiter als die Linie e a sehen. Mit einem Worte, da eine Figur weiter nichts als die Ordnung der Theile ist, und ein flacher Spiegel die Theile des Bildes in eben der Ordnung zeiget, darinnen sie an der Sache selbst vorhanden sind, so hat es seine gänzliche Richtigkeit, daß er dem Bilde die Gleichförmigkeit mit der Sache lasse, und wenn dieses nicht geschiehet, so müste der Spiegel keine vollkommen gerade Fläche haben.

Das Bild, welches ein Spiegel zeiget, kann die Stelle einer wirklichen Sache vertreten, und in einem andern Spiegel zum zweytenmahle gesehen werden; Wird nun dieser also gestellet, daß er das Bild auf den ersten zurück wirft, so kann eben dieselbige Sache sehr vielmahl in ihm gesehen werden, und geschiehet es eben deswegen alle Tage, daß man die Kronleuchter zwischen zween gegen einander über stehende Spiegel zu hängen pfleget. Indem aber die Sache selbst näher bey dem Spiegel ist, als das Bild, welches ihre Stelle vertrit, so muß die Abbildung des leztern, oder das zweyte Bild, in einer grössern Weite hinter dem Spiegel erscheinen als das erste, und eben also ist es auch mit den übrigen Bildern beschaffen. Eben deswegen siehet man in dem nur angeführten Beyspiele eine Menge Kronleuchter in gerader Linie hintereinan-

ander. Unter diesen Bildern sind die am weitesten entferneten auch allemahl die schwächesten, darum, weil allemahl, so oft die Strahlen wieder abspringen, einige von ihnen entweder erlöschen oder sich zerstreuen, dergestalt werden die folgenden Bilder immer durch eine geringere Menge Licht, als die vorhergehenden, vorgestellet, und erhalten also ein dunkleres Ansehen.

Zur Lust setzet man auch vermittelst verschiedener platten Flächen, Spiegel, welche die Gestalt eines Prismatis oder einer Pyramide haben, zusammen. Ihre Eigenschaft ist, daß sie viele Sachen, oder auch ein zerschnittenes Gemählde als ein Ganzes vorstellen, wenn gleich der Raum zwischen den getrenneten Stücken entweder ganz leer, oder mit andern Figuren angefüllet ist, darum, weil man die leeren Pläze oder ihre Figuren im Spiegel nicht wahrnimmet: Woher dieses komme? das ist nicht schwer zu erklären, woferne man nur wohl verstanden hat, was ich vorhin von gerade stehenden Spiegeln beybrachte. Gesezt, es wären an der Grundfläche A B C D E Fig. 12. vier flache Spiegel bleyrecht aufgerichtet. Wäre nun das Auge in einer gewissen Weite, wie F, davon entfernet, und ohngefehr einen Schuh hoch über die Grundfläche der Spiegel erhaben, so würde es vermittelst der abspringenden Strahlen A F, B F, C F, D F, und anderer ihnen ähnlicher, alles, was in den Plätzen A B G H, B C I K u. s. w. abgezeichnet ist, erblicken, dagegen wird es von allem, was ausserhalb nurbesagter Plätze hingemahlet ist, nicht das geringste erblicken, es nehme denn seine Stelle weiter zur

rechten oder linken Hand. Man kann also die Plätze HBI, KCL, MDN, mit allerley zum Hauptgemählte nicht gehörigen Figuren ausfüllen, und dadurch das Bild, das der Spiegel vorstellen soll, und dessen Theile durch diese Dreyecke getrennet werden, unkänntlich machen.

Fast eben also ist es auch mit einem pyramidenförmigen Spiegel, der aus dreyeckigten Flächen zusammengesetzet ist, beschaffen; Soviele Seiten nämlich seine Grundfläche hat, Fig. 13, eben so viele dreyeckigte Plätze beobachtet man auch auf dem Papiere, und mahlet das Bild, das der Spiegel dem Auge unzertrennet vorstellen soll, stükweise hinein. Damit nun das Auge, die sämtlichen zurükverfenden Flächen auf einmahl übersehen könne, muß es seine Stelle in der verlängerten Achse der Pyramide nehmen. Was in die Pläze A, B, C, D gemahlet wurde, das siehet man in den daranstosenden Theilen der Grundfläche a, b, c, d; dagegen zeiget dieses Bild nicht das geringste von alle dem, was man um das Hauptgemählde zu zerreissen, und das Verhältniß seiner Theile zu verstecken, in die Plätze E, F, G, H gemahlet haben möchte.

Zu bemerken ist hiebey, daß die abspringenden Strahlen gG, hG, iG die Ordnung, darinnen die Punkte ABC Fig. 14. auf dem Papiere stehen, gerade umkehren, gleichwie dieses die zu ihnen gehörigen Punkte des Bildes a, b, c zur Genüge zeigen. Da nun dieses mit jedwedem Dreyecke also geschiehet, so muß man alles verkehrt hinein mahlen, damit das Bild die Sache hernach natürlich vorstelle, und gehöret dieses mit unter die Ursachen, warum man

ohne in den Spiegel zu sehen, so schwer errathen kann, was das Gemählde vorstellen solle.

Dieses also wäre das hauptsächlichste, was ein flacher Spiegel leistet: Nunmehr wollen wir auch die gebogenen, und zwar erstlich die auswärts gebogenen oder erhabenen, betrachten.

## Vierter Fall.

### Wenn ein erhabener Spiegel nähernde Strahlen zurükwirft.

### V. Versuch.

#### Anstalt.

Man brauchet sowohl bey diesem, als bey beeden folgenden Versuchen, die grosse in der 2. Figur vorgestellete Scheibe. Nur setzet man statt des flachen Spiegels, bey C D einen erhabenen ein, und lässet auf eben die Weise, als in dem IV. Versuche, zween nähernde Strahlen darauf fallen.

#### Erfolg.

An statt daß beede abgesprungene Strahlen auf der Rahme B sich vereinigen, und ein einziges Lichtscheibgen vorstellen sollten, bilden sie vielmehr zwey voneinander unterschiedene, woraus zur Gnüge erhellet, es müsse ihr Näherungstrieb nicht mehr so groß seyn, als er vor dem Auffallen auf den Spiegel war.

Fünf-

# Fünfter Fall.

## Wenn gleichlaufende Strahlen von einem erhabenen Spiegel abspringen.

### VI. Versuch.

#### Anstalt.

Der ausgebogene Spiegel bleibet an seiner Stelle, und man verfähret wie bey dem II. Versuche, nur wird vorher das bey A über die Blendung gedekte Glas weggenommen.

#### Erfolg.

Beede Strahlen werden nach dem Abspringen verlaufend, indem sie nicht nur in dem Raume zwischen dem Spiegel und der Rahme immer weiter auseinander fahren, sondern auch ihre Lichtscheibgen an der Rahme, um ein merkliches weiter voneinander entfernet sind, als die Oefnungen dadurch die Strahlen bey A einfallen.

# Sechster Fall.

## Wenn verlaufende Strahlen von einem erhabenen Spiegel abspringen.

# VII. Versuch.

## Anstalt.

Man bringet die auffallende Strahlen auf eben dieselbige Weise, und durch eben das Mittel, als bey dem dritten Versuche, zum Verlaufen, und lässet den ausgebogenen Spiegel an seiner Stelle.

## Erfolg.

Nach dem Abspringen, stehen die beeden Lichtscheibgen an der Rahme weiter voneinander, als wenn der Spiegel weggenommen wird, und die Strahlen gerades Weges nach E fahren, woraus genugsam erhellet, sie seyen nach dem Abspringen mehr verlaufend worden, als sie bey dem Auffallen waren.

## Ursache.

Gleichwie wir den flachen Spiegel durch eine gerade Linie vorstelleten, also können wir den für die drey lezten Versuche gebraucheten, durch eine krumme, welche den auffallenden Strahlen ihre Ausbauchung zukehret, vorstellen. - Nun bestehet aber, gleichwie ich in gegenwärtigem Werke hin und wieder erwähnet habe, jedwede krumme Linie aus einer Menge unendlich kleiner gerader Linien, die unmerklich kleine Winkel miteinander machen. Wir wollen um besserer Deutlichkeit willen, sowohl besagte kleine Linien, als ihre Winkel, in einer merklichen Grösse vorstellen, so wird man ohne sonderliche Mühe sehen,

warum die Strahlen, welche ein ausgebogener Spiegel von sich wirft, die vorige Ordnung oder Stellung, die sie beym Auffallen unter sich hatten, vorizt nicht mehr beobachten, denn da jedweder Strahl unter eben dem Winkel abspringet, als er auffiel, die Spiegelfläche aber, ihrer Krümme wegen, dem einen Strahle einen schiefern Winkel entgegen setzet, als dem andern, so muß es sehr oft geschehen, daß die Strahlen nach dem Absprunge näher beysammen, oder weiter voneinander sind, als sie vorhin waren. Das leztere geschiehet, wenn sie auf eine ausgebogene Krümme fallen. Dergestalt werden die parallelen Strahlen, ab, cd Fig. 15. verlaufend, weil sie die Orte d und b am Spiegel berühren, und ihre Absprungswinkel ebf, hdi, eben so groß machen, als ihre Auffallswinkel abg und cdk waren.

Gleichfalls siehet man aus der 16. und 17. Figur, daß die Strahlen, welche ihren Vereinigungspunkt ausserdeme in m gehabt hätten, denselbigen nach dem Abspringen, bloß wegen Beobachtung der iztbesagten Regel in l erhalten. Dahingegen andere, deren Verlaufen in der Weite m kaum merklich gewesen wäre, vorizt in einer gleichen Entfernung, nämlich l, gar viel weiter auseinander fahren.

Der Spiegel, damit wir die leztern Versuche anstelleten, war nur nach der Länge gebogen, gleichwie denn dieses schon hinlänglich ist, woferne man keine andere Strahlen, als die in einerley Fläche sind, betrachten will: Man siehet aber leicht, es könne alles, was in dem gegenwärtigen Falle mit ihnen erfolget, auch auf solche Spiegel, welche gegen alle Seiten auf einerley Weise gebogen sind, angewendet wer-

den. Dergleichen Spiegel sind die Kugelförmigen; denn da jedweder pyramiden- oder walzenförmige Lichtstrom, wenn er nach der Länge seiner Achse entzwey geschnitten wird, eine unzählige Menge Flächen liefern kann, so werden auch alle in einer solchen Fläche befindliche Lichtfäden, jederzeit in einer solchen Linie auf den Spiegel fallen, daß man von ihnen eben das sagen kann, als von den Punkten d, b, u. s. w. der 16. und 17. Figur.

Dergestalt muß man für etwas ausgemachtes annehmen,

1. Jedweder Spiegel von dieser Gattung, er sey übrigens groß oder klein, vermindere doch wenigstens das Nähern der Strahlen, woferne er es nicht gänzlich aufhebe.

2. Gleichlaufende Strahlen mache er verlaufend.

3. Er mache das Verlaufen der Strahlen grösser, als es vor dem Auffallen auf den Spiegel war.

Diese nur erwähnte Eigenschaften eines ausgebogenen Spiegels, veranlassen vielerley ihm eigene Wirkungen, sowohl in Absicht auf das Hervorbringen der Wärme, als was das Sehen betrift. Ich will hiervon folgendes beybringen.

## Nutzen.

Die Wärme, in so ferne sie durch die Strahlen der Sonne erreget wird, lässet sich vermittelst ausgebogener Spiegel auf keine Weise vermehren. Denn es sind besagte Strahlen unter sich gleichlaufend, oder doch beynahe; Sollte nun das Sonnenlicht eine grössere Kraft erlangen, so müssen seine

Strah-

Strahlen näherend werden; dieses aber bringen dergleichen Spiegel nicht zuwege; gerade im Gegentheile machen sie dieselbigen vielmehr verlaufend. Demnach schwächen sie das Sonnenlicht, an statt es zu verstärken.

Indem alle Planeten die Gestalt einer Kugel oder doch beynahe haben, und von der Sonne erleuchtet werden, so muß das Licht, das von ihnen auf unsere Erde kommet, allerdings sehr geschwächet seyn, nicht nur wegen des Umweges, den es nimmt, indem es aus seiner Quelle erstlich zu den Planeten, und hernach erst zu uns kommet; sondern auch, weil nur ein Theil davon auf unsere Erde geworfen, und dieser Theil durch die kugelförmige Gestalt der Planeten verlaufend gemachet, folglich sehr verdünnet wird. Herr BOUGUER, welcher desfalls viele Versuche mit grosser Sorgfalt angestellet hat, will behaupten, es sey das Licht des vollen Mondes bey seiner mitlern Entfernung von der Erde, 300 000 mahl dünner, als das Sonnenlicht. Ohne Zweifel lieget an dieser gewaltigen Verdünnung die Schuld, warum es niemahls, auch nicht einmahl mit Hülfe der Brennspiegel, eine merkliche Wärme erreget. Denn gesezt auch, ohnerachtet es schwerlich angehen möchte, man könnte das Mondlicht um eben soviel verdicken, als es durch das Apprellen von dem kugelförmigen Planeten verdünnet wurde, so müste es dem ohnerachtet allemahl weit schwächer seyn, als die Strahlen der Sonne, welche unmittelbar auf unsere Erde fallen. Denn es werden allemahl, sowohl bey dem Berühren des zurükwerfenden Körpers, als bey dem Durchfahren durch unsere Luft, sehr viele Strahlen verschlucket, zerstreuet oder gar ausgelöschet.

Es

Es ist eine ausgemachte und von allen Reisenden einhellig bekräftigte Sache, daß man auf dem Gipfel hoher Gebirge eine weit geringere Wärme spühre, als in den Thälern, oder auf ebenem Boden. Im Gegentheile ist es allemahl kalt daselbst. Unter die Ursachen dieser Begebenheit zählet man mit allem Rechte auch die rundliche Gestalt der Berggipfel, als welche das Verlaufen der Strahlen um ein grosses vermehret. Denn da, gleichwie ich anderswo schon angemerket habe, die Wärme, die man auf dem Erdboden empfindet, nicht nur durch die gerade auffallenden, sondern auch durch die abspringenden Strahlen verursachet wird, so muß die Wirkung freylich schwächer seyn, wenn die Weise des Abspringens die Strahlen verdünnet oder zerstreuet.

Ein ausgebogener Spiegel stellet zwar, gleich einem flachen, das Bild also vor, als ob es hinter seiner Oberfläche wäre, er zeiget es auch in einer der Sache selbst gemässen Stellung; An statt aber, daß bey flachen Spiegeln der Absprungspunkt von dem Bilde eben so weit entfernet ist, als von der Sache, so wird hingegen bey ausgebogenen das Bild nach Maasgabe der Rundung, näher an besagten Punkt angerücket. Die Ursache ist, weil vermöge des VII. Versuches die Strahlen, welche von jedwedem sichtbaren Punkte der Sache auf den Spiegel fallen, nach dem Abspringen stärker verlaufend werden, als sie es zuvor waren. Dergestalt nun, wird ihr Vereinigungspunkt nothwendiger Weise um soviel näher ans Auge gerücket, das Auge aber setzet das Bild allemahl an denjenigen Ort, wo die Strahlen, dadurch es in ihm abgemahlet wird, sich vereinigen, und darf man nur, um dieses desto leichter

zubegreifen, die 18. und 8. Figur gegeneinander halten.

Noch ist zwischen der Wirkung eines ausgebogenen und flachen Spiegels dieser Unterschied, daß jener die Sache nie in ihrer wahren Grösse, sondern je weiter sie von ihm entfernet ist, desto kleiner vorstellet. Die Ursache hievon ist eine Folge desjenigen, was der V. Versuch zeigete, daß nämlich nähernde Strahlen nach dem Abspringen von einem ausgebogenen Spiegel nicht mehr so nähernd als vorher sind. Denn um dieser Ursache willen vereinigen sich die beeden Strahlen C e, und D d, Fig. 19. nach dem Abspringen vom Spiegel a b in einer grössern Entfernung, als ausserdem geschehen wäre, dergestalt zeigen sie das Bild unter einem kleinern Winkel, als derjenige ist, darunter man die Sache selbst, ohne den Spiegel zu gebrauchen, aus f erblicken würde.

Entfernet sich die Sache weiter vom Spiegel, so werden eben durch dieses Wegrücken die auffallenden Strahlen c d d weniger nähernd, als sie bey der vorigen Stellung der Sache waren. Nun verringert aber das Abspringen ihre Näherung noch mehr; demnach vereinigen sie sich vorizt in einer weitern Entfernung, als da die Sache auf der alten Stelle stand, folglich ist der itzige Sehewinkel e g d kleiner als der vorige e i d.

Zu bemerken ist, wenn ein ausgebogener Spiegel die Strahlen nähernd lasse, nur aber den Grad der Näherung vermindere, so thue er das Wenigste von dem, was er thun kann; denn es können manche Strahlen, entweder wegen des geringen Grades ihrer Näherung, oder, wegen der starken Ausbau-

chung

chung des Spiegels, nach dem Abſpringen nicht nur gleichlaufend, ſondern gar verlaufend werden; Sie ſind folglich auſſer Stande, einander im Auge zu durchkreuzen, und das verlangte Bild hinein zu mahlen.

Es ſey, um dieſes deutlich zu machen, der ausgebogene Spiegel a b, Fig. 20. ein Stük von einer Kugel, die ihren Mittelpunkt in c. hätte. Man laſſe von beeden äuſſerſten Enden der Sache d, e, ſo viele verlaufende Strahlen, als beliebig, auf das Spiegelſtücke a f und b f fallen, und darf man nur zu dieſem Ende ihre Abſprungs- und Auffallswinkel einander gleich machen. Iſt dieſes geſchehen, ſo ergiebt ſich, 1. Es ſpringen die Strahlen d h, e i, welche nach dem Mittelpunkte der Spiegelrundung zielen, in ſich ſelbſt zurücke; denn da ſie als verlängerte Radii beſagter Rundung anzuſehen ſind, ſo iſt der Winkel, den ſie auf der Seite gegen a, oder b machen, um kein Haar gröſſer oder kleiner, als den ſie auf der Seite gegen f machen. Sie ſind alſo unter ſich ſelbſt ſehr verlaufend, und können einander nimmermehr antreffen. 2. Noch deutlicher erſcheinet das Verlaufen derjenigen Strahlen, welche von dem Spiegelſtücke a h oder b i, abſpringen, und darf man, um dieſes zu begreifen, nur die Figur betrachten. 3. Alle Strahlen, welche zwiſchen h k und i l abſpringen, verlieren ihre verlaufende Eigenſchaft allmählich, und werden endlich gleichlaufend; dieſes aber iſt noch nicht hinlänglich, von beeden äuſſerſten Enden der Sache d, e, Strahlen ins Auge zu bringen, oder welches einerley, die ganze Sache ſichtbar zu machen. 4. Alle Strahlen hingegen, welche zwiſchen

k und l abspringen, das ist, die sich, wenn keine Hinderniß da wäre, innerhalb des vierten Theiles vom Kugeldiameter, oder welches einerley, näher am Spiegel als m, vereinigen würden, nähern sich der verlängerten Kugelachse f g. Es befinde sich demnach das Auge an einem Orte dieser Achse an welchem es wolle, so wird es in dem Spiegelstücke k l allemahl die ganze Sache erblicken, nur aber je weiter es sich entfernet, unter einem desto kleinern Winkel; Dergestalt ist der Winkel bey n grösser als bey g, u. s. w.

Hat die Sache einige Grösse, und lässet sich mit lauter geraden Linien ausmessen, so erscheinet sie im ausgebogenen Spiegel unter einer ganz andern Gestalt, als sie wirklich hat. Denn da unter ihren Theilen immer einer weiter vom Spiegel entfernet ist, als der andere; der weiter entfernete aber, auch weiter hinter ihm erscheinet, als der nähere: so muß das Bild des Punktes o dem Auge in einer grössern Nähe erscheinen, als das Bild des Punktes d oder e, folglich muß die Linie d e ohnerachtet sie gerade ist, gebogen scheinen. Ein ausgebogener Spiegel stellet also die Sachen nur in einem einzigen Falle in ihrer wahren Gestalt vor, sodann nämlich, wenn die Oberfläche derselbigen eine mit der seinigen gleichlaufende Krümmung hat.

Gleichwie ein ausgebogener Spiegel die Sachen mit schlechter Aehnlichkeit vorstellet, also zeiget er auch aus einer ganz natürlichen Folge, die Bewegungen mit schlechter Richtigkeit. Denn ein Körper, der sich vor einem Spiegel beweget, thut nichts anderes, als daß er seine Theile immer andern und an-

dern Theilen des Spiegels abzubilden vorhält. Beweget er sich nun in keiner mit der Spiegelkrümmung gleichlaufenden Linie oder Fläche, gleichwie denn dieses in der That selten geschiehet, so können seine nach und nach im Spiegel erscheinenden Bilder, den Stellungen, welche er nach und nach annahm, aus vorhin erkläreten Gründen, ohnmöglich ähnlich seyn.

Will man von dem bisher angeführeten durch eine leichte Erfahrung überzeuget werden, so darf man sich nur an einem hellpolireten Knopfe, an einem Uhrgehäuse, u. s. w. bespiegeln. Denn da erscheinet das Gesichte in seiner natürlichen Stellung gleichsam in Miniatur abgemahlet, und sehr nahe hinter der zurükwerfenden Fläche; allein die Zeichnung ist selten richtig, und eben so wenig stellet das Bild die Bewegungen des Gesichtes recht genau vor. Die Schuld lieget ohne Zweifel an der Unregelmässigkeit dieser Spiegelgen, indem sie nur des Schimmerns, nicht aber des Vorstellens wegen gemachet wurden. Gesezt aber, sie wären um des leztern willen zugerichtet, so würde man in jedwedem gewöhnlichen Falle die vorhin erwähnte Unvollkommenheit an ihnen verspühren.

Ist aber der Spiegel sehr breit, und nicht stark ausgebogen, die Sache aber weit von ihm entfernet, so wird ihr Bild nicht sonderlich verunstaltet. Ja es fallen dergleichen Spiegel einem Mahler nüzlich, wenn er ein grosses Gemählde ins kleine bringen will.

In den Kunstkammern findet man zuweilen Spiegel, welche äusserlich vollkommen platt sind, gleichwohl

wohl aber die Wirkung ausgebogener Spiegel erzeigen. Ja zuweilen erscheinen an einem einzigen Glasstücke unterschiedliche Spiegel, die man für ausgebogen ansiehet, beym Anrühren aber glatt befindet. Es ist auch das Spiegelglas auf der Seite, die man ansiehet, in der That überall platt, allein an der andern Seite hat es Höhlungen in Gestalt als Kugelschnitte, und diese Höhlungen sind mit Quekfilber und Stanniol beleget. Da nun die allermeisten Strahlen nicht von der äussern Fläche, sondern von dem metallischen Belege abspringen, dieses aber auf des Zuschauers Seite die Gestalt eines ausgebogenen Spiegels hat, so erzeiget es auch eben die Wirkung als ein solcher.

Vorizt betrachten wir die Hohlspiegel,

## Siebender Fall.

### Wenn gleichlaufende Strahlen von einem Hohlspiegel abspringen.

### VIII. Versuch.

#### Anstalt.

Die Vorbereitung ist wie bey dem zweyten Versuche, nur wird an statt des flachen Spiegels ein Hohlspiegel bey C D Fig. 2. eingeschoben.

#### Erfolg.

Beede Strahlen werden nach dem Abspringen nähernd, und bilden an der papier-

nen

nen Rahme nur ein einziges kleines Lichtscheibgen.

## Achter Fall.

### Wenn nähernde Strahlen von einem Hohlspiegel abspringen.

### IX. Versuch.

#### Anstalt.

Man lässet übrigens alles wie bey dem vorigen Versuche, nur setzet man das Linsenglas des IV. Versuches in die Blendung bey A.

#### Erfolg.

Beede Strahlen vereinigen sich nach dem Abspringen, und durchkreuzen einander zwischen dem Spiegel und der Rahme B. Da nun ihr Vereinigungspunkt ausserdeme in E gewesen wäre, gleichwie man nach weggenommenem Spiegel leicht siehet, so sind sie nach dem Abspringen weit stärker näherend, als vor demselbigen.

## Neunter Fall.

### Wenn verlaufende Strahlen von einem Hohlspiegel abspringen.

# X. Versuch.

## Anstalt.

Man verfähret wie bey dem zweyten Versuche, nur wird statt des flachen, der Hohlspiegel gebrauchet.

## Erfolg.

Beede Strahlen bilden zwar zwey Lichtscheibgen an der Rahme, es stehen aber dieselbigen weit näher beysammen, als wenn die Strahlen unmittelbar, das ist, nach weggenommenem Spiegel auf die Rahme fielen, welche man zu diesem Ende bis nach E herab verschieben müste, woraus dann zur Genüge erhellet, es sey der Verlaufungstrieb, den die Strahlen zuvor hatten, durch das Abspringen vom Spiegel um ein merkliches verringert worden.

Es lassen diese lezrern Versuche drey Grundsätze folgern.

1. Das Nähern der Strahlen wird durch das Abspringen von einem Hohlspiegel vermehret.

2. Gleichlaufende Strahlen werden dadurch nähernd.

3. Das Verlaufen wird vermindert, und können manche verlaufende Strahlen entweder gleichlaufend oder gar nähernd werden.

## Ursache.

Vermöge dessen, was, um die Wirkung ausgebogener Spiegel zu erklären, vorhin beygebracht wurde, betrachten wir die Elemente der Hohlspiegel als lauter kleine und platte Flächen, welche gleich b c und a c, Fig. 21 einen Winkel miteinander machen. Indem nun die darauf fallende Strahlen unter eben dem Winkel, als sie auffielen, auch wieder abspringen, so müssen sie einander nothwendiger Weise näher kommen. Eben deswegen machte der VIII. Versuch gleichlaufende Strahlen nach dem Abspringen zu nähernden. Denn da das Gleichlaufen gleichsam die Gränze ist, an welcher sowohl das Verlaufen, als Nähern seinen Anfang nimmet, so zielen die Strahlen in dem Augenblicke, da sie von dergleichen Richtung im allergeringsten ab, und gegeneinander weichen, nach einem gemeinschaftlichen Vereinigungspunkte.

Indem es nun aus dem Wesen eines Hohlspiegels folget, daß er die Strahlen näher, als sie es vorhin waren, zusammen bringet, so siehet man von selbst und ohne weitere Erklärung, warum der IX Versuch das Nähern der Strahlen vermehrete, der X aber, aus verlaufenden nähernde machte. Nun beruhet aber diese Wirkung des Spiegels hauptsächlich auf den Winkeln, die seine Theile miteinander machen. Demnach muß er das Licht nothwendiger Weise um soviel verstärken, das ist, in einen desto kleinern Raum zusammenwerfen, je grösser seine Krümmung ist, und da das Verhältniß zwischen dem Abspringen und Auffallen unveränderlich

lich bleibet, so wirft ein Hohlspiegel von einer gewissen Krümmung, die Strahlen um soviel dichter zusammen, je grösser ihre Neigung einander näher zukommen, vor dem Auffallen war. Sind demnach alle übrige Umstände einerley, so fallen nach dem Abspringen diejenigen Strahlen am nähesten zusammen, welche sich vor demselbigen einander am meisten näherten, gleichwie denn auch diejenigen am allerleichtesten gleichlaufend oder nähernd werden, welche vor dem Auffallen am wenigsten verlaufend waren.

Wenn ein Hohlspiegel die Strahlen zusammen wirft, so nennet man ihren Vereinigungsort, den **Brennpunkt**, und es erhellet aus dem nurangeführten, daß nicht alle Gattungen auffallender Strahlen eben denselbigen Brennpunkt haben können.

Fallen gleichlaufende Strahlen, z. E. a b, d e. Fig. 22. auf einen Hohlspiegel, der ein Kugelschnitt ist, und man erwäget, daß der Absprungs und Auffallswinkel einander allemahl gleich sind, so findet man für den Brennpunkt besagter Strahlen den (k) Ort F; das ist, diejenige Entfernung vom Spiegel, welche so groß ist, als der viertels Diameter des Kugelumkreises.

Strahlen, welche gleich f g, h i, beym Auffallen nähernd sind, bekommen ihren Brennpunkt näher am Spiegel, als die vorigen, z. E. in K. Wa-



(k) Ich sage mit Vorbedachte, den Ort, nicht aber den Punkt, darum, weil die Zirkelkrümmung diejenige nicht ist, welche alle abspringende Strahlen genau zusammen werfen kann; sie thut es nur mit denen, welche der Achse des Spiegels am nähesten sind.

ren sie vor dem Auffallen verlaufend, wie l m, n o, so vereinigen sie sich in P, das ist, in einer grössern Entfernung vom Spiegel als die gleichlaufenden.

## Nutzen.

Der Nutzen, darauf die Naturlehre bey dem Gebrauche der Hohlspiegel siehet, ist zweyerley. Der erste bestehet darinnen, daß ein solcher Spiegel die licht- oder Feuerstrahlen in einen kleinen Raum zusammen wirft, also, daß sie die dichtesten und härtesten Körper erhitzen, anzünden, schmelzen und verkalchen. Der zweyte betrift die Gestalt, darinnen er die Sachen vorstellet. Von jenem habe ich zwar das Hauptsächlichste bereits erwähnet, als ich in der XIII Stunde von der mannichfaltigen Weise, das Feuer hervorzubringen, redete, unterdessen muß ich doch vorizt noch einen schönen Versuch hievon beybringen, weil er die Schlüsse, die ich aus den leztern Versuchen zog, ungemein bestätiget.

Es gehören hiezu zween Hohlspiegel, welche Kugelschnitte sind, 15 bis 18 Zolle im Diameter, und eine solche Krümmung haben, daß sie die gleichlaufenden Strahlen auf eine Weite von 12 bis 14 Zollen zusammen werfen. Diese Spiegel stellet man senkrecht aufgerichtet, gerade gegeneinander über. Wird nun in den Brennpunkt des einen Spiegels eine stark glühende Kohle, in den Brennpunkt des andern aber, Zunder oder Stükpulver geleget, so wird das Pulver von der Kohle angezündet, gesezt auch, es stünden beede Spiegel 25 bis 30 Schuhe weit voneinander.

Es erfordert dieser schöne Versuch keine grosse Vollkommenheit der Spiegel. Ich habe ihn von

Herrn

Herrn VARING, dieser aber von den Prager Jesuiten erlernet, und gebrauchete er nur hölzerne aber vergoldete Spiegel dazu. (l) Ich hingegen gebrauche schon seit 20 Jahren versilbertes und wohlgeglättetes Kartenpapier; Mein papierner Spiegel hat 18 Zoll im Diameter, und ist ein Stük von einer Kugel, die zween Schuhe im radio hat. Unterdessen habe ich gleichwohl bemerket, es sey die Vergoldung dem Uebersilbern vorzuziehen, nicht nur, weil ein Goldblat länger dauert, sondern auch, weil es die Feuerstrahlen kräftiger von sich wirft.

Soll dieser Versuch gelingen, so muß man die Kohlen auf der Seite, gegen den Spiegel, in dessen Brennpunkte sie liegen, beständig und einmahl so stark als das andere anblasen. Herr DUFAY gebrauchete hierzu eine Dampfkugel mit einem dermassen langen Halse, daß die Glutpfanne mit der darauf liegenden Dampfkugel noch niedriger als der untere Spiegelrand stehen, folglich das Auffallen



(l) Dem Pater Zahn erzählete, wie er in seinem Oculo artificiali, p. 753 meldet, ein glaubwürdiger Mann, er habe zu Wien zween kuglichte Hohlspiegel gesehen, welche in einer 20 schuhigen Entfernung voneinander, angezündet hatten Der Pater Cavalier versichert in seinem Buche delle settione coniche cap. 27. er habe in den Brennpunkt eines von Blen gemachten kugelichten Hohlspiegels glühende Kohlen geleget, und die Strahlen, weil sie gleichlaufend vom Spiegel herkamen, mit einem andern Hohlspiegel aufgefangen, welcher die Gestalt eines paraboliſchen Kegels gehabt, aber also abgestutzet gewesen, daß sein Brennpunkt sich hinter demselbigen, in dem abgestutzten Kegelstücke befand; dergestalt habe er brennliche Materien angezündet.

der Feuerstrahlen nicht im geringsten hindern konnte. Ich meines Ortes gebrauche statt der Dampfkugel einen doppelten Blasbalg, und bringe denselbigen an eine blecherne mitten durch den Spiegel gestossene und wohl befestigte Röhre, die bis auf zween Zolle weit an die Kohlen reichet. Noch muß ich erinnern, es gehe der Versuch im Finstern besser von statten, als am hellen Tage, auch habe man zwo Personen dazu nöthig, eine muß den Blasbalg treiben, damit das Feuer ohne Unterlaß und mit beständig gleicher Stärke angeblasen werde, die andere muß in dem Augenblicke, da der wahre Brennpunkt die stärkeste Glut zeiget, die brennliche Materie in selbigen bringen.

Aus demjenigen, was ich von der Weise, wie die Brennpunkte der Hohlspiegel entstehen, vorhin beygebracht habe, erkläret sich dieser Versuch von selbst. Denn da die gleichlaufenden Strahlen a b, d c, Fig. 22. vermöge der Gleichheit unter dem Auffalls und Absprungswinkel, in F nähernd werden, also müssen auch im Gegentheile, und aus eben derselbigen Ursache, alle Strahlen, welche wie F b, F e von dem strahlenden Punkte F auf den Spiegel fallen, gleichlaufend abspringen; eben dieses nun geschiehet mit den Strahlen, welche die glühende Kohle auf den Spiegel wirft.

Stösset nun dieser Strom gleichlaufender Strahlen auf seinem Wege an einen andern dem vorigen gleichen Spiegel, so wird er zum zweytenmahle zurükgeworfen, alle einzelne Strahlen, daraus er bestehet, werden nähernd, sie fallen in das Räumgen,

wo

wo der Zunder lieget, zusammen, und erregen daselbst eine Hitze, davon er in Brand geräth.

Gesezt nun, die Kohle liege recht genau in dem Brennpunkte des ersten Spiegels, so würden alle von ihm abspringende Strahlen vollkommen gleichlaufend seyn, folglich müste der Versuch noch immer gelingen, wenn gleich der zweyte Spiegel um weit mehrere als 25 oder 30 Schuhe vom ersten entfernet wäre; denn es möchte die Entfernung so groß seyn, als sie wollte, so würfe doch der erste Spiegel einmahl soviel Strahlen als das andere auf den zweyten. Alles dieses hätte nun freylich seine Richtigkeit, wenn nur die Luft, damit der Zwischenraum ausgefüllet ist, keine Veränderung der Strahlen verursachete. Eben deswegen darf man die Spiegel nicht weiter als bis auf eine gewisse Entfernung voneinander setzen, soweit nämlich, als es die Grösse und Vollkommenheit der Spiegel, die Stärke der Glut, der wirkliche Zustand der Luft und andere Umstände mehr, erlauben, und es ist also diese Entfernung mancherley Abwechslungen unterworfen. Herr DUFAY hatte vergoldete Gipsspiegel von 20 Zollen im Diameter, damit er guten Zunder auf 50 Schuhe weit in Brand brachte.

Ausgebogene Spiegel zeigen uns gleich den flachen, das Bild allemahl hinter ihrer Oberfläche, oder welches einerley, sie stehen zwischen dem Bilde und des Zuschauers Auge in der Mitte. Allein mit den Hohlspiegeln ist es viel anders beschaffen, und erzeigen sie die izterwähnete Wirkung nur in einem einzigen Falle, wenn nämlich die Sache nicht

einmahl um den vierten Theil ihres Kugeldiameters von ihnen entfernet ist, oder welches einerley, wenn sie näher bey ihnen stehet, als der Punkt F in der 23 Figur. In allen übrigen Fällen trit das Bild gleichsam aus dem Spiegel heraus, und gehet der Sache, nachdem die Entfernung derselbigen beschaffen ist, bis auf eine grössere, oder geringere Weite entgegen.

Um aber sowohl dieses als das folgende recht zu verstehen, muß man sich an zween Grundsätze, die ich in der vorigen Abtheilung vortrug, erinnern, nämlich, es werde uns jedwede Sache sichtbar, nicht durch einen einzelnen Lichtstrahl, sondern durch einen ganzen Strom verlaufender Strahlen, durch einen Lichtkegel, dessen Grundfläche eben so groß ist, als der Stern in unserm Auge; also, daß wir den strahlenden Punkt, der uns den Kegel zuschicket, nicht mehr mit der vorigen Deutlichkeit sehen, (m) so bald die einzelnen Strahlen, daraus der Kegel bestehet, durch irgend eine Ursache entweder gleichlaufend oder nähernd werden. Warum dieses also erfolge, das werde ich künftig zeigen, wenn ich die sämtlichen Theile des Auges und was jedweder unter ihnen zum Sehen beytrage, erklären werde. 2. Es sey uns nicht möglich, eine Sache ganz zu sehen, woferne nicht von jedwedem äussersten Punkte derselbigen ein solcher Lichtkegel, als izt erwähnet worden, in unser Auge fället. Gesezt also, es verlöhren alle die-

(m) Dieses ist von der gewöhnlichen Beschaffenheit des Auges zu verstehen, nicht aber wenn es entweder nur in der Nähe oder in der Ferne gut siehet, davon künftig gehandelt werden soll.

diese Kegel ihre gemeinschaftliche Neigung gegen das Auge, und würden dagegen gleichlaufend unter sich, so geschähe sodann das Sehen auf eine sehr unvollkommene Weise.

Dieses vorausgesetzet, darf man nur erwägen, es sey der Brennpunkt für gleichlaufende Strahlen in F, Fig. 23. folglich müsse der strahlende Punkt A, näher als F am Spiegel stehen, wenn anders die ins Auge geworfene Strahlen in einem solchen Grade, als es nurerwähnter massen nöthig ist, verlaufend bleiben sollen. Erwäget man dieses, sage ich, so ermisset man von selbst, warum wir in einem solchen Falle das Bild hinter dem Spiegel, in a, sehen. Denn an diesem Orte haben die abspringenden Strahlen ihren Vereinigungspunkt, und daher setzen wir den strahlenden Punkt oder die sichtbare Sache an denselbigen Ort.

Gleichwie nun ferner die Grösse der Sache ein solches Verhältniß gegen die Grösse des Spiegels haben kann, daß das Auge, wenn es seine Stelle an diesem oder jenem Orte hat, nur von einigen strahlenden Punkten der Sache, nicht aber von allen, abspringende Strahlen aufzufangen vermag, also wird ihm auch in einem solchen Falle nicht die ganze Sache, sondern nur etwas von ihr, vorgebildet. Befindet sich der strahlende Punkt zwischen F und C, das ist, in einer solchen Entfernung vom Spiegel, welche mehr als den vierten Theil, und weniger als die Hälfte von der Kugelrundung desselbigen beträget, so werden die abspringenden Strahlen nähernd, und der Ort, da sie einander durchkreu-

tzen ist dem Auge näher, als der strahlende Punkt; zum Beyspiele, gesezt, es wäre der Vereinigungsort vorizt in E, es rücke aber der strahlende Punkt weiter gegen F, so rücket der besagte Ort näher an das Auge, gleichwie ich dieses bey Erklärung der leztern Versuche schon erinnert habe. Nun wird aber das Bild an jedwedem Orte, wo die Strahlen sich vereinigen, abgemahlet, und darf man nur, um durch die Erfahrung hievon überzeuget zu werden, ein weisses Papier dahin halten.

Soll aber dieses Bild unmittelbar ins Auge gemahlet werden, so muß es seine Stelle keinesweges in E, sondern in einer grössern Entfernung vom Spiegel nehmen. Die Ursache ist, weil die Strahlen nach ihrer Vereinigung um so viel als es nöthig, verlaufend werden müssen, wenn sie das Bild ins Auge mahlen sollen. Eben daher kommet es, wenn jemand eine Hand zwischen sich und einem Hohlspiegel abgebildet sehen will, dieselbige aber an den Ort, wo sie abgebildet wird, das ist, an den Vereinigungsort der Strahlen ausstrecket, daß er das Bild nie recht deutlich sehen kann, er ziehe dann den Kopf weit genug von dem Abbildungsorte zurücke. Bey dergleichen Umständen gelinget der Versuch am allerbesten, wenn man einen blossen Degen vor sich hält, und es ist die Ursache davon eben die vorige.

Sehen wir nun also das Bild diesseits des Spiegels, so ist es allemahl umgekehrt. Die Ursache ist, weil im gegenwärtigen Falle die abspringenden Strahlen nicht nach dem Auge zielen, folglich auch kein Bild hinein mahlen können, es sey dann, sie durch-

durchkreutzen vorher einander zwischen dem Spiegel und der Sache. Um dieses deutlich zu begreifen, beliebe man nur die 24. Figur anzusehen. Es fahren nämlich gleichwie von jedwedem strahlenden Punkte, also auch von den Punkten A und B eine grosse Menge Lichtkegel aus; einige durchkreutzen einander gar nicht, andere thun es zwar, aber in mancherley Entfernungen. Sollen nun einige davon zu gleicher Zeit ins Auge fallen, so müssen sie einander auf erwähnete Weise, nämlich zwischen dem Spiegel und der Sache, durchkreutzen. Nun bringet aber der auffallende Lichtkegel A E, das Bild des Punktes A, nach dem Abspringen nach a, als dem Vereinigungsorte seiner Strahlen, und der Lichtkegel B G muß, kraft einer nothwendigen Folge, das Bild des Punktes B, in b abmahlen; demnach erhält das ganze Bild eine verkehrte Stellung, und wird von dem Auge, das seine Stelle in einer weitern Entfernung vom Spiegel hat, in dieser Stellung geschehen.

Gesezt aber, das Auge sehe das Bild nicht, vermittelst der unmittelbar oder gerade vom Spiegel herkommenden Strahlen a H, b H, sondern es habe seine Stelle neben dem Spiegel, und sehe dasselbige nur durch das Abspringen der Strahlen von einem weissen Kartenblate, so erscheinet ihm das Bild dennoch umgekehret, darum, weil die vom Kartenblate abgesprungenen Strahlen einander vor dem Einfahren ins Auge nicht durchkreutzen.

Vorhin haben wir bemerket, ein ausgebogener Spiegel stelle das Bild kleiner und näher vor, als ein flacher: Nun gehet zwar ein Hohlspiegel, was

die

die Vorstellung betrift, von dem leztern ebenfalls ab, nur aber auf eine gedoppelte und ganz widersinnische Weise. Denn erblicket man das Bild hinter ihm, so scheinet es nicht nur grösser als die Sache, sondern auch in einer weitern Entfernung vom Spiegel. Das leztere kommet daher, weil die Strahlen, welche von den leuchtenden Punkten der Sache auf den Spiegel fallen, durch das Abspringen weniger verlaufend werden, als sie vorher waren. Dieses zeiget die 25. Figur. Man darf nur erwägen, wie weit die Strahlen vorizt, das ist, nach dem Abspringen, am Auge auseinanderfahren, und wie weit sie auseinanderfahren würden, wenn sie der Spiegel nicht hinderte geradesweges nach d zu kommen: Beedes darf man nur miteinander vergleichen. Eben daher rühret es, warum ihr Vereinigungspunkt a, welcher den Punkt A abbildet, in einer weit grössern Entfernung hinter dem Spiegel erscheinet, als besagter Punkt A vor demselbigen stehet. Eben also ist es auch mit jedwedem leuchtenden Punkte beschaffen, und daher hat das Bild eben eine solche Stellung als die Sache.

Was die Grösse des Bildes betrift, so muß dieselbige freylich zunehmen. Ich habe bereits oben angemerket, und durch den IX. Versuch bewiesen, wenn zween Strahlen vor dem Auffallen auf einen Hohlspiegel einigermassen nähernd seyn, so würden sie es nach dem Abspringen noch mehr. Vermöge ihres natürlichen Näherungtriebes, zielen die Achsen der beeden Lichtkegel A e, und B f, nach dem Punkte d, als ihrem Vereinigungsorte, und in diesem Falle würde man die Sache selbst unmittelbar aus d, unter dem

Win-

Winkel A d B, sehen; Vorizt aber, nach dem Abspringen, siehet man nur ihr Bild, und zwar unter dem Winkel a D b, welcher weit grösser als jener ist, darum, weil die Entfernung, in welcher sie sich miteinander vereinigen, durch das Abspringen von einem Hohlspiegel um vieles abgekürzet wurde.

Hat ein Hohlspiegel keine sonderliche Krümmung, so bildet er eine kleine Sache noch ziemlich richtig ab. Das Gegentheil geschiehet, entweder wenn die Sache eine merkliche Grösse, oder er selbst, gegen seinen Diameter zu rechnen, eine starke Höhlung hat. Denn da gemeiniglich die Oberfläche der Sache nichts weniger als mit dem Spiegel gleichlaufend ist, die Entfernung aber, in welcher ihre sichtbaren Punkte vorgestellet werden, sich nach der Entfernung derselbigen vom Spiegel richtet, so verwandelt das Bild, welches aus den sämtlichen Abbildungen der einzelnen Punkte entstehet, die geraden Linien der Sache in lauter krumme, das ist, es erscheinet die Sache in einer ganz andern Gestalt, als sie wirklich hat.

Auf eben dergleichen Weise, als man erhabene Spiegel von Glase machet, verfertiget man auch gläserne Hohlspiegel. Man nimmet hiezu ein dickes Glasstük, lässet es auf einer Seite platt, und schleiffet es auf der andern erhaben. Diese leztere Seite wird, wie ein gewöhnlicher Spiegel, mit Quekfilber und Stanniole beleget. Da nun diejenige Seite dieses Beleges, welche auf dem Glase lieget, ausgewölbet ist, so hat sie übrigens zwar alle bisher beschriebene Eigenschaften eines Hohlspiegels, allein, weil das Glas in der Mitte weit dicker als anderswo ist, so verursachet dieser Umstand nicht nur, was die Menge der abspringen-

den Strahlen betrift, eine Verminderung, sondern auch einige Unordnung in der Bewegung derselbigen.

Will man richtigere und grössere Hohlspiegel von Glase haben, so muß man gläserne Scheiben dazu nehmen. Man leget die Scheibe auf eine hohle Forme, welche ein Kugelschnitt ist, setzet beedes in einen ausdrüklich hiezu verfertigten Ofen, und giebt so lange Feuer, bis die Scheibe weich wird, und sich genau an die Forme schmieget. Als ich vor 20 Jahren in Engelland war, zeigete man mir dergleichen gläserne Halbkugeln, von zween Schuhen im Durchschnitte. Bald darauf brachte man in unserer Glashütte zu St. Gobin (n) eben dergleichen für mich zuwege, und vorizt werden sowohl in Engelland als in Frankreich weit grössere verfertiget. Herr von Buffon zeigete vor einiger Zeit der Akademie ein solches Glas, das 3 Schuhe im Durchschnitte hatte, und im königlichen Garten verfertiget worden war.

Das schwereste bey Verfertigung solcher Spiegel, absonderlich wenn sie sehr groß und dabey stark gebogen seyn sollen, ist dieses, wie man ihrer ausgebogenen Seite ein solches Belege gebe, das weder Flecken, noch sonst einen sonderlichen Fehler habe. Nun kann ich mich zwar vorizt in keine weitläuftige Beschreibung aller Handgriffe einlassen, ich will aber doch das Hauptsächlichste, was ich damahls, da die Kunst noch ein Geheimniß war, von den engelländischen Künstlern im Vertrauen erfuhr, hieher setzen.

Man

(n) Damahls verfertigte sie der Gegenschreiber bey der Hütte, Herr Martin de Bernieres, nachgehends brachte der Hüttenmeister Herr Romilly noch gröfsere zuwege.

Man schneidet aus Zwillich eine runde Scheibe, von solchem Umfange, daß ihr Diameter ohngefehr noch einmahl so groß sey, als der Diameter des Glases, das man belegen will. Ist es nöthig, so nimmt man den Zwillich doppelt oder mehrfach. Nachgehends wird ringsherum ein starker Wulst angenehet, und an solchem starke Schnüre, eine zween Zoll weit von der andern. Vermittelst dieser Schnüre wird das runde Zwillichstücke in eine runde oder auch achteckigte Rahme, doch nicht straff, eingespannet. Die Rahme stehet wasserrecht auf einem Gestelle von der gewöhnlichen Höhe eines Tisches. Sodann beleget man den Zwillich mit Stanniol, giebt ihm das Quekfilber, wie gewöhnlich, und leget das Glas mit der ausgebogenen Seite darauf; dieses nun drücket vermittelst seiner eigenen Schwere, oder auch mit Hülfe eines aufgelegten Gewichtes eine ihm ähnliche Höhlung in den Zwillich, und schmieget sich auf das genaueste an das Belege. Das überflüßige Quekfilber steiget nebst der eingeschlossenen Luft, nach dem Maasse, als das Glas tiefer in den Zwillich sinket, von selbst in die Höhe.

Ein solcher Spiegel hat zween nicht geringe Vortheile vor einem metallenen. Erstlich wirft er mehr Lichtstrahlen zurücke, und thut folglich, sowohl was das Anzünden, als was das Abbilden betrifft, eine desto stärkere Wirkung. Zweytens verliehret seine Oberfläche die einmahl erhaltene Glätte nicht so leicht, es fället also kein Ausbessern, dadurch mit der Zeit die Gestalt des Spiegels Schaden leidet, daran nöthig. Eben um dieser Ursache willen wollte NEUTON gläserne Spiegel in seinem neuerfundenen Seherohre haben, es fanden aber die Künstler bey dem Verfertigen

derselbigen so viele Schwierigkeiten, daß er davon abstehen muste. Man gebrauchet also heutiges Tages ein vermischtes Metall dazu, das wegen seiner Dichte nicht nur eine genugsam helle Glätte annimmet, sondern auch erst nach langer Zeit anlauft, und suchet man die gewöhnliche Mischung noch immer zu verbessern.

Gleichwohl hat ein grosser metallener Spiegel auch einigen Vorzug vor einem gläsernen. Erstlich ist er den Unglüksfällen weit weniger unterworfen; Zweytens kann er auf beeden Seiten geglättet werden, folglich doppelte Dienste thun.

Kommet es nur darauf an, die Sonnenstrahlen auf einen Ort zusammen zu werfen, und dadurch eine sehr grosse Hitze zu erregen, so können hiezu, gleichwie ich in der XIII. Stunde gezeiget habe, auch flache Spiegel gebrauchet werden. Sie werden nämlich eingefasset, und auf eine schikliche Weise gegeneinander geneiget: Allein, was die optischen Wirkungen betrifft, dazu gehöret schlechterdinges eine durchaus gleichbeschaffene Höhlung. Es müssen die Flächen, daraus sie bestehet, dermassen klein seyn, daß ihre Ausdehnung dem Auge auf keine Weise merklich fället, gleichwie es denn auch ihre Neigung gegeneinander im geringsten nicht empfinden darf. Ausserdem entstehen statt eines einzigen eben so viele Bilder, als kleine flache Spiegelgen vorhanden sind; ist nun keiner so groß, daß er die Sache ganz vorstellen könnte, so entstehen eben so viele gestümpfte Abbildungen als Spiegelstücke.

Erblicket man in der Höhlung eines Löffels, eines Uhrgehäuses, oder eines andern metallenen Gefässes, das viele Strahlen zurück wirft, sein Gesichte verkehrt

kehrt abgebildet, oder man beobachtet sonst etwas, das mit den drey lezten Versuchen einige Verwandschaft hat, so muß man erwägen, es seyen alle diese Strahlen- werfende Flächen eine Gattung von Hohlspiegeln, denen es zwar meistentheils an der gehörigen Richtigkeit fehlet, die aber dennoch dasjenige, was eine genau abgemessene Krümmung nach Wunsche leisten würde, wenigstens einigermassen thun.

# Anhang
## von gemischten Spiegeln.

Ich nenne einen Spiegel gemischet, wenn er entweder der Länge nach, gerad, der Breite nach, gebogen, oder umgekehrt, nach der Länge gebogen, nach der Breite gerade ist, und gilt es dabey einerley, ob die Beugung aus- oder einwärts gehe. Dergleichen Spiegel sind die Kegelförmigen, ingleichen die Walzenschnitte, wenn der Schnitt mit der Achse der Walze gleichlauft, und dienen sie übrigens bloß zur Belustigung. Sie bilden dem Auge entweder eine Sache ab, die es zu seiner grösten Verwunderung nirgend vor dem Spiegel findet, oder sie machen ihm von einer frey da liegenden und bekannten Sache eine ganz unkenntliche Vorstellung. Jedermann weis, es gebe Gemählde, von denen sich schwer sagen lässet, was sie vorstellen sollen, dahingegen man es im Augenblicke und mit Verwunderung siehet, sobald der dazu gehörige Spiegel aufgesetzet wird; Gleichfalls weis man, daß der Zuschauer seine Gesichtsbildung auf die selt-

samfte Weise verstellet findet, wenn er sich in einem solchen Spiegel beschauet.

Um nun die Ursache dieser und noch einiger anderer Wirkungen, davon künftig geredet werden soll, einzusehen, erwäge man erstlich, daß ein solcher Spiegel entweder nach der Länge oder Breite gerade sey. Gesezt, er sey es nach der Länge, so muß alles, was von oben nach unten an ihm vorgehet, demjenigen gemäß seyn, was wir von den flachen Spiegeln, als die wir allemahl durch eine gerade Linie vorstelleten, beygebracht haben. Ferner beliebe man zu erwägen, daß die geraden Linien, die man sich als von oben nach unten streichend am Spiegel vorstellen kann, keinesweges in eben derselbigen Fläche nebeneinander liegen, sondern eine der Breite nach, gebogene Oberfläche ausmachen, und daß folglich alles, was in Absicht auf die Breite vorgehet, aus den Eigenschaften der ausgebogenen und Hohlspiegel, als die wir allemahl durch eine krumme Linie erkläret haben, vorgestellet werden müsse.

Es sey F G, Fig. 26. ein walzenförmiger Spiegel, nach seiner Höhe betrachtet; A E sey eine vor ihm liegende Sache, und nach der Länge in verschiedene Theile eingetheilet: Weil F G ein gerader Spiegel ist, oder doch als ein solcher betrachtet wird, so müssen, vermöge der oben angeführten, und durch die 7. 8. 9. Figur vorgestelleten Gründe, die Punkte a, b, c, d, e, am Bilde eben so weit voneinander stehen, als die Punkte A, B, C, D, E, an der Sache. Das ist, ein Walzenspiegel lässet die Gestalt der Sache, so viel die Länge betrift, unverändert: Genau zu reden, thut er es mit jedwedem Ausdehnungsmaasse der Sache, das mit

seiner Oberfläche, woferne man die blosse Höhe derselbigen betrachtet, einen rechten Winkel machet.

Betrachtet man zweytens, was in der Breite des Spiegels q t y, Fig. 27. vorgehet, so muß man erwägen, daß die auffallenden Strahlen A q, L r, M s, N t, u. s. w. wenn sie der Spiegel nach Z ins Auge geworfen hat, alles, was auf dem weitläuftigen Kreise A, L, M, N, gemahlet ist, innerhalb des engen Raums a f vorstellen, und daß eben dieses auch mit allen sichtbaren Punkten eines jedweden Kreises am Gemählde, der mit der Oberfläche des Spiegels einerley Mittelpunkt hat, geschehen müsse, z. E. mit B Q G, C R H u. s. w. Erwäget man dieses, sage ich, so wird man leicht ermessen, es müsse das Gemählde die Sache sehr verzogen und unähnlich vorstellen, darum, weil seine Theile dieselbige nur sodann, wenn sie der Spiegel zusammen gezwänget oder abgekürzet hat, natürlich abbilden. Ein solches verzogenes Gemählde wäre z. E. die Abbildung eines Menschen, welche vom Kopf bis auf die Füsse keine grössere Länge hätte, als N S, nach der Breite hingegen den ganzen Raum L N P, und darüber, einnähme.

Vermöge einer nothwendigen Folge, muß also der Spiegel ein wohl geordnetes Gemählde, das man vor ihn leget, ganz ungestalt vorstellen, darum, weil er entweder die Länge oder die Breite des Gemähldes in einen weit engern Raum, als ihr gebührete, einzwänget, daher kommet es, daß eine Person ihr Gesichte auf das seltsamste verzerret, und mit einem erstaunlichen Maule versehen, erblicket, wenn sie einen Walzenspiegel also vor sich hält, daß die Achse desselbigen mit ihren Augen gleichlaufe.

Wäre F G, Fig. 26. ein platter Spiegel von einiger Breite, und stünde, gleichwie wir wirklich annehmen, bleyrecht auf A a, so würde man die Punkte A, B, C, D, E, allemiteinander ohnfehlbar in der Linie a e, erblicken; der Walzenspiegel hingegen stellet die besagten Punkte des wasserrecht liegenden Gemähldes, ohngefehr um so viel als g e, erhaben vor. Die Ursache ist, weil die Lichtkegel, welche von den Punkten des Gemähldes A B C D E auf den Spiegel geworfen werden, keinesweges nur einen einzigen Punkt desselbigen berühren, gleichwie vorhin, da wir bloß ihre Achsen betrachteten, angenommen wurde, sondern sie berühren einen merklichen Raum, der wegen der Krümmung des Spiegels in die Breite, als ein kleiner ausgebogener Spiegel betrachtet werden muß. Nun bringet aber jedweder ausgebogener Spiegel das Bild dem Auge näher als ein flacher, darum, weil er das Verlaufen der Strahlen, daraus die Lichtkegel bestehen, vermehret. An statt also, daß man den Punkt A in a sehen sollte, erscheinet er in g, und es gehet mit den übrigen auf gleiche Weise zu.

Noch ist bey dem Gebrauche eines Walzenspiegels folgendes zu bemerken; es wird nämlich die Ausdehnung a e, des Bildes, um so viel grösser vorgestellet, je höher das Auge seine Stelle über dem Gemählde A G nimmet; denn es wird sodann der Sehewinkel desto stümpfer, und ist dieses aus der 26. Fig. leicht zu ersehen, wenn man sich vorstellet, das Auge sey nach K hinauf gerücket. Es ist aber aus dem oben erwiesenen bekannt, daß die scheinbare Grösse einer jedweden Sache, sich nach der Grösse der Sehewinkel richte.

Ein

Ein kegelförmiger Spiegel ist zwar ebenfalls aus einem geraden und ausgebogenen zusammen gesetzet, dem ohnerachtet aber, erzeiget er wegen gewisser besondern Umstände, eine ganz andere Wirkung als der walzenförmige. Denn erstlich haben alle gerade Linien, daraus seine Oberfläche bestehet, nicht nur eine Neigung gegeneinander, sondern auch einen gemeinschaftlichen, und über die Fläche, darauf das Gemählde lieget, erhabenen Vereinigungspunkt. Stellet man demnach einen solchen Spiegel mitten in einen Zirkel, und das Auge nimmet seine Stelle in einer schiklichen Entfernung gerade über der Spitze des Kegels, so erblicket es alles, was man in den Zirkel hineingemahlet hat. Denn die Strahlen, welche von den Punkten A B C ausfahren, Fig. 28. berühren erstlich den Spiegel, springen hernach von selbigem ins Auge, und zeigen ihm die Theile des Gemähldes an der Grundfläche des Kegels. Ein gleiches geschiehet auch auf der andern Seite mit den Punkten D E F, dergestalt, daß alles, was man in dem grossen runden Kreiß, dessen Hälfte A C G H F D die Figur vorstellet, mahlete, in dem kleinen Kreise, dessen Diameter c f ist, vorgestellet wird.

Demnach erscheinet das Bild im Spiegel nicht nur weit kleiner als das davor liegende Gemählde, sondern auch weit näher am Auge, als wenn der Spiegel flach wäre. Denn da der äusserliche Umfang eines kegelförmigen Spiegels sowohl als bey dem walzenförmigen aus lauter Zirkeln, die mit seiner Grundlinie gleichlaufen, bestehet, so giebt ihm jedweder Ort, darauf ein Lichtkegel fället, die Eigenschaft eines ausgebogenen Spiegels. Diese Eigenschaft aber bestehet darinn,

daß das Bild verkleinert, und näher ans Auge gerükket wird, Indem nun ferner, zween flache Spiegel, wenn sie gleich den beeden Linien f g und g c einen Winkel miteinander macheten, die Punkte des Gemähldes A B C D E F, wie a b c d e f, folglich in gerader Ordnung vorstellen würden, also erblicket das Auge, wenn es auf die Spitze des kegelförmigen Spiegels siehet, den Umkreis des Gemähldes A H D, mitten im Bilde, gleichwie hingegen der Umkreis des Bildes aus den Theilen C G F des Gemähldes bestehet.

Doch das eigene, was diese Spiegelgattung an sich hat, bestehet darinn, daß ihre Krümmung von der Grundfläche an bis an die Spitze beständig wächset. Es ist dieses der zweyte Umstand, welcher Achtung verdienet, und zwar um desto mehr, weil er zu der Unähnlichkeit des Bildes mit der Sache das allermeiste beyträget. Denn da die Punkte des Gemähldes in gerade umgekehrter Ordnung abgebildet werden, so rücket das Bild diejenigen am genauesten zusammen, welche im Gemählde am weitesten voneinander stehen. Mit einem Worte, alles was auf den allergrösten Kreis A H D u. s. w. gemahlet ist, das bringet das Bild, so zu sagen, in einen blosen Punkt zusammen; Was auf B I E u. s. w. gemahlet ist, das erfüllet am Bilde schon einen grössern Raum, und C G F machet den äussern Umkreis desselbigen aus. Sollen demnach die Punkte des Bildes in einer der Sache selbst gemässen Ordnung, und in gehöriger Entfernung voneinander erscheinen, so müssen sie im Gemählde eine gänzlich umgekehrte Ordnung und Stelle haben, folglich ein Ding abbilden, das kein Mensch kennet. Die

Ur-

Ursache nun, warum der Spiegel dem Bilde des Gemähldes die wahre Gestalt der Sache beyleget, ohnerachtet sie dem Gemählde selbst fehlete, ist diese, weil die von ihm am weitesten entferneten Theile des Gemähldes A H D, an demjenigen Umkreise desselbigen, welcher die stärkeste Krümmung hat, folglich die Eigenschaft eines höchst ausgebogenen Spiegels besitzet, und sie am allergenauesten zusammen rücket, vorgestellet werden. Indem nun die besagte Krümmung von der Spitze des Kegels bis an seine Grundlinie beständig abnimmet, und bey diesem Abnehmen ein schickliches Verhältniß gegen das Abnehmen der concentrischen Kreise, darauf die Punkte des Gemähldes stehen, beobachtet, so erhalten die Abbildungen besagter Punkte im Spiegel eine ordentliche, und einer richtigen Abschilderung der Sache gemässe Stellung untereinander.

Vermöge des bisher angeführeten, muß also ein kegelförmiger Spiegel die Theile einer Sache, oder eines ihr ähnlichen Gemähldes, nicht nur in verkehrter Ordnung, sondern auch mit einer dermassen grossen Abweichung von ihrer wahren Grösse und Entfernung vorstellen, daß das aus ihnen zusammengesezte Ganze nothwendiger Weise eine höchstseltsame Gestalt erhält. Also gehet z. E. der Mund eines Menschen, der sich in dem Kegel bespiegelt, rings um das Bild herum, dahingegen seine Ohren in der Mitte desselbigen ungemein klein, und genau zusammen gerücket erscheinen.

Insgemein gebrauchet man zwar keine andere als ausgebogene Kegel- und Walzenspiegel, unterdessen könnte man doch auch eingebogene oder Hohlspiegel

von dergleichen Gattung verfertigen, und ihre Wirkung wie vorhin erklären, man müste nämlich dasjenige, was von den Eigenschaften eines geraden Spiegels herrühret, und was einem kugelichten Hohlspiegel, davon ich oben geredet habe, zukommet, gehörig auseinander setzen. Ja, weil jedweder gemischter Spiegel nach der Länge aus geraden, nach der Breite aus krummen Linien bestehet, so lässet sich der Einfluß dieser krummen Linien, oder ihr Antheil an der Wirkung des ganzen Spiegels, allemahl bestimmen, gesezt auch, sie wären keine Cirkelbogen, und darf man zu diesem Ende nur aus dem Grundsatze, daß der **Absprungswinkel des Lichtes seinem Einfallswinkel** gleich sey, fortschliessen.

# III. Abtheilung.

## Vom gebrochenen Lichte, oder Anfangsgründe der Dioptrik.

Was das Brechen der Lichtstrahlen sey, das habe ich zu Anfange der vorigen Abtheilung bereits erwähnet. Es weichen nämlich die Strahlen, wenn sie aus einem Körper in den andern fahren, in gewissen Fällen aus ihrem bisherigen Wege. Die Sache selbst wurde zwar von den Alten schon bemerket, nur aber nicht von Grund aus untersuchet; eines Theils, weil sie nicht glaubten, daß so viel daran gelegen sey, andern Theils, weil es bey ihren Begriffen von der Fortpflanzung des Lichtes, und von der Weise des Sehens, nicht wohl möglich fiel. Die Theorie des Strahlenbrechens hätte uns ohnfehlbar auf die

Ferngläser geführet, allein da uns der blose Zufall damit beschenket hatte, so merketen die Mathematici, absonderlich aber die Sternseher, gar bald, man müsse dem Brechen des Lichtes genauer nachdenken, und die Gesetze desselbigen entdecken: demnach ist die Erfindung der Ferngläser derjenige Zeitpunkt, seit welchem man sich mit gutem Fortgange auf diese Wissenschaft legte. SNELLIUS machte sich sowohl die Versuche, als die Muthmassungen des KEPLERS zu Nutze, und brachte es sehr weit darinnen. CARTESIUS arbeitete sie, so zu sagen, völlig aus. Seine Dioptrik ist für die damahlige Zeit als ein Meisterstük anzusehen.

Das Strahlenbrechen, davon vorizt die Rede ist, beobachtet man nur bey durchsichtigen Körpern, das ist, bey solchen, welche von dem Lichte auf eine solche Weise durchdrungen werden, daß es dabey seine Kraft, sich selbst und andere Dinge sichtbar zu machen, nicht verlieret. Indem es nun geschehen kann, daß ein Lichtstrahl nach seinem Einfahren in einen durchsichtigen Körper, gleichsam splittert, und diese Splitter sich rechts und links ohne die geringste Ordnung auseinander streuen, so halten wir uns nur an solche Strahlen, welche ungetrennet oder ganz bleiben, und in dem brechenden Körper eine regelmäßige Bewegung beybehalten.

Ich stelle mir eine durchsichtige Materie, (medium transparens) sie mag übrigens fest oder flüßig seyn, als einen Körper vor, dessen Höhlungen in allen möglichen Richtungen gerade fortlaufen, und mit dem zarten flüßigen Wesen, das wir bisher die Materie des Lichtes genennet haben, angefüllet sind. Ist nun ein solcher Körper von einer andern, gleich ihme zwar

durchsichtigen, übrigens aber unterschiedenen Materie umgeben, und es wird die ausser ihm vorhandene Materie des Lichts, durch ein Gestirne oder durch einen flammenden Körper in Bewegung gebracht, so theilet sie diese Bewegung der in seinen Höhlungen befindlichen Lichtmaterie mit, und diese setzet dieselbige bis an die andere Seite des Körpers fort, ohngefehr eben also, wie der Schall durch einen Wald fähret, ohne daß deswegen die zwischen den Bäumen vorhandene Luft ihre Stelle veränderte. Wenn ich also sage, ein Lichtstrahl fahre aus der Luft ins Wasser, in ein Glas, u. s. w. er beuge sich, er weiche ab, er werde gebrochen, er nähere oder entferne sich, so ist alles dieses im geringsten nicht also zu verstehen, als ob die Lichtmaterie selbst ihre Stelle wirklich veränderte, sondern es ist die Rede nur von dem Fortsetzen ihrer Bewegung, oder von einer veränderten Richtung derselbigen.

Das Brechen des Lichtes erfordert eine gedoppelte Bedingung. Es muß nämlich der Strahl nicht nur in ein dichteres oder dünneres medium, als dasjenige ist, daraus er herkam, fahren, sondern er muß auch gegen die Fläche, welche beede media voneinander scheidet, eine schiefe Richtung haben, das ist, ein Lichtstrahl mag eine Richtung haben, was für eine er will, so wird er doch nicht gebrochen, wenn ihm das neue medium, darein er fähret, weder leichter noch schwerer zu durchdringen fället, als das vorige, daraus er herkam; Gesezt aber, es wären beede media, so viel die Durchdringlichkeit betrifft, voneinander unterschieden, so durchfähret er sie dem ohnerachtet in einer geraden Linie, wenn er bey dem Ausfahren aus dem ersten,

ſten, ſenkrecht auf das zweyte fället. Zu bemerken iſt hiebey, das Licht habe dieſes mit allen übrigen Körpern gemein, gleichwie aus demjenigen, was ich in der dritten Stunde bey Gelegenheit der Bewegungsgeſetze von der veränderten Richtung beygebracht habe, zur Genüge erhellet.

Zwar weis man die eigentliche Urſache des Strahlenbrechens vorizt noch nicht anzugeben, ſondern es ſind die Naturkündiger diesfalls ſehr verſchiedener Meynung, unterdeſſen kennet man doch die Geſetze, nach welchen es ſich richtet, und an deren Wiſſenſchaft uns das meiſte gelegen iſt. Es ſind dieſe Geſetze nichts anders, als gewiſſe Begebenheiten, daraus alle nöthige Erläuterungen der gegenwärtigen Materie hergeleitet werden können. Folgende Verſuche legen uns dieſelbigen vor Augen.

## I. Verſuch.

### Anſtalt.

Man ſchaffe ſich eine viereckigte, recht glatte hölzerne oder metallene Tafel. Sie wird weiß angeſtrichen, und muß ſo groß ſeyn, daß man einen Kreiß von etwa 20. Zollen im Durchſchnitte nebſt allen ſeinen in der 1. Fig Tab. 6. vorgeſtelleten Linien und Abtheilungen mit ſchwarzer Farbe darauf beſchreiben kann. Dieſe Tafel ſchraubet man vermittelſt vier Stellſchrauben, die ſie an ihren vier Ecken hat, auf ein kleines einem Leuchtergeſtelle ähnliches Tiſchgen, das man nach Belieben höher und niedriger richten, auch auf einer Angel horizontal umdrehen kann Fig. 2.

Das

Das Tischgen mit der Tafel stellet man in ein verfinstertes Gemach, und lässet, vermittelst eines vor dem Fenster befindlichen flachen metallenen Spiegels, die Sonnenstrahlen durch eine drey Zoll lange und einen Zoll breite Oefnung des Fensterladens, in horizontaler Richtung ins Gemach fallen. Das Licht fället erstlich auf ein dünnes vertical stehendes Messing-Blech, das seine Stelle an dem Umkreise des grossen Zirkels auf der Tafel hat, und um den einfallenden Lichtstrom in etwas zu vermindern, mit einer etwas kürzern und engern Oefnung als der Fensterladen versehen ist. Nurbesagtes Blech wird durch die 3. Figur besonders vorgestellet.

Weil man das Tischgen mit allem was darauf ist, horizontal herum drehen kann, und das vertical stehende Messingblech seine Stelle an dem Umkreise des Zirkels nach Belieben verändert, so fället es leicht, den Lichtstrom von einem Radio des Quadrantens O C P auf den andern zu führen.

f g h Fig. 4. ist ein Kästgen 10. Zolle lang, vier Zolle breit und hoch, und oben ganz offen. Seine vier Seiten sind von Messingbleche, der Boden bestehet aus einer hellen Glastafel, die mit Mastix angekittet wird. Die Seite des Kästgens g h hat zwar an dem dritten Theile ihrer Länge eben eine solche Oefnung als das verticale Blech, es wird aber, damit man das Kästgen mit Wasser anfüllen könne, ein dünnes Glasstücke davor gekittet.

Die

Die 5. Figur bildet ein crystallenes Vierecke ab, das vollkommen hell rein, und ohne das geringste Bläsgen seyn muß. Die Seiten des Viereckes müssen recht eben, auch miteinander vollkommen gleichlaufend seyn, und jedwede drey Zoll in die Länge haben. Die Dicke des ganzen Stückes kann etwa zween Zolle betragen.

Das Kästgen nebst dem Vierecke stellet man, wiewohl nicht zugleich, sondern eines nach dem andern in den halben Zirkel C p R also, daß die Seite g h auf der Linie O R stehet, und die Linie i k gerade auf den Punkt C fället. Gebrauchet man das Kästgen, so füllet man es halb voll reines Wasser, und siehet in gerader Linie von oben hinein, um den Ort des Quadrantens C p R, dahin der Lichtstrahl trift, zu bemerken.

## Erfolg.

1. Trift der Lichtstrahl, wenn er wie A C geführet wird, die Oefnung i k am Kästgen, so theilet er sich in zween Theile. Einer fähret über der Oberfläche des Wassers hin, und gelanget zu folge seiner vorigen Richtung nach B; der andere senket sich ins Wasser, und neiget sich bey dem Einfahren gegen die Linie C p, welche senkrecht auf die Seite g h fället.

2. Eben dieses geschiehet noch immer, wenn gleich der Strahl in einer geringern Schiefe, zum Beispiele, wie D C, E F auf g h fället, nur ist sodann die Wirkung kleiner als

vors

vorher; das ist, der gebrochene Strahl entfernet sich nicht mehr so weit von seiner ersten Richtung; Fället aber der Strahl senkrecht auf wie P C, so wird die besagte Wirkung gar in nichts verwandelt; denn sodann theilet sich der Lichtstrahl nicht mehr, sondern es behält sowohl der Theil, der durch die Luft fähret, als derjenige, welcher durch das Wasser fähret, die Richtung C p.

3. Sezet man das gläserne Vierecke an die Stelle des vorigen mit Wasser angefülleten Kästgens, so gehet zwar alles auf gleiche Weise zu, nur bemerket man dieses dabey, es werde das Licht, so oft das Brechen Statt haben kann, bey dem Einfahren ins Glas allemahl stärker gebrochen, als im reinen Wasser.

4. Wiewohl aber das Brechen um soviel geringer ist, je eine kleinere Schiefe der einfallende Strahl gegen der brechenden Materie hat, so bleibet doch das Verhältniß zwischen dem Winkel a C p, und dem Einfallswinkel A C P allemahl unveränderlich. Es wird aber dieses Verhältniß bekannt, woferne man die Sinus des Brechungs- und Einfallswinkels, das ist, die Linien a d und A e, die man durch das Wasser und den gläsernen Boden des Kästgens sehen kann, miteinander vergleichet. Vermöge der Erfahrung, verhält sich, wenn das Brechen in gemeinem Wasser geschiehet, die erstere zur zweyten, wie 3 zu 4; wo aber im Glase, wie 2. zu 3. Voraus

gesezet

gesetzet in beeden Fällen, daß der einfallende Strahl aus der Luft herkomme. (o)

5. Wird ein gebrochener Strahl aus a, vermittelst eines flachen Spiegels, oder auf andere Weise, nach C zurükgeworfen, so setzet er diesen Weg im geringsten nicht in gerader Linie fort, sondern er weichet von der senkrechten Linie P C ab, und kommet auf das genaueste nach A, wo er anfänglich ausgefahren war, zurücke, und hat dieses in allen Fällen statt.

## Gesetze des Strahlenbrechens.

Aus demjenigen, was unser Versuch zeigete, fliessen folgende Sätze, die wir künftig als Gesetze, oder als ausgemachte Wahrheiten ansehen, und zum Grunde unseres ganzen Vortrages von den Wirkungen des gebrochenen Lichtes legen werden.

I. Gesez. Ein Lichtstrahl wird allemahl gebrochen, wenn er aus einem medio in ein anderes von unterschiedener Dichte oder Beschaffenheit, und zwar schief einfähret.

II. Gesez. Wenn ein Lichtstrahl aus einem dünnen medio in ein dichteres (p) fähret, und gebro-

(o) Diese Verhältnisse sind nicht nach der Schärfe zu nehmen. Ich werde sie genauer angeben, wenn ich auf die Absonderung der Lichttheile voneinander, und auf den Unterschied in der Brechbarkeit seiner Strahlen, zu reden komme.

(p) Dieses Gesetze hat seine Ausnahme. Die meisten fetten

brochen wird, so ist der Brechungswinkel kleiner, als der Einfallswinkel, und umgekehrt.

III. Gesez. Ohnerachtet die Lichtstrahlen, entweder wegen der verschiedenen Schiefe, darunter der Strahl einfället, oder wegen der Beschaffenheit des brechenden Körpers, bald mehr bald weniger gebrochen werden, so bleibet doch das Verhältniß zwischen dem Einfall- und Brechungswinkel einmahl wie das andere unveränderlich.

IV. Gesez. Das Brechen schwächet die gewöhnliche Wirkung des Lichts eben so wenig auf eine merkliche Weise, als das Abspringen, darum, weil ein

fetten oder schwefelichen und dabey durchsichtigen Materien, brechen das Licht stärker, als man vermuthen sollte, woferne man bloß ihre Dichtigkeit in Erwägung zöge. Bey ihnen rühret das Brechen aus einer gedoppelten Ursache her. Die erste ist mit ihrer Dichte verknüpfet; die andere beruhet auf ihrer sonderbaren Beschaffenheit: die leztere kann entweder dasjenige, was die erste nicht zu thun vermag, auf eine überflüssige Weise ersetzen, oder sie kann die Wirkung der erstern gar aufheben. Es kann folglich, indem das Licht aus einem dünnern medio in ein dichteres fähret, geschehen, daß sein Brechungswinkel grösser wird als sein Einfallswinkel, es kann aber auch geschehen, daß sie einander alle beede gleich werden. Ja man könnte hievon Beyspiele anführen. Nun lauft zwar freylich beedes wieder das angegebene allgemeine Gesetze, indem aber dasselbige dennoch nicht nur in den gewöhnlichsten Fällen, sondern auch, was das meiste, bey solchen Cörpern, bey welchen wir die Bewegungen des Lichtes am genauesten ausspühren müssen, allemahl eintrift, so halten wir vorizt den angeführten allgemeinen Saz für einen dioptrischen Grundsaz.

ein gebrochener Strahl, wenn er in sich selbst zurükzufahren genöthiget wird, bey dem Ausfahren aus dem brechenden Körper, eben die Richtung, die er bey dem Einfallen hatte, wieder an sich nimmet. Es ist dieses nicht nur aus dem 5. Erfolge ersichtlich, sondern man kann auch hievon sich noch kräftiger überzeugen, woferne man den Versuch an einem und eben demselbigen Strahle vervielfältigen will.

V. Gesez. Der gebrochene und einfallende Strahl befinden sich allemahl in eben derselbigen Fläche, und diese stehet gegen die Oberfläche des brechenden Körpers senkrecht.

## Ursache.

Indem die nurbesagten Folgerungen unmittelbar aus der Erfahrung fliessen, folglich als Gesetze oder Grundsätze anzusehen sind, so könnte ich zwar der Wahrheiten die ich daraus herzuleiten gedenke, ohnbeschadet, alles Untersuchens ihrer Ursache überhaben seyn: Unterdessen will ich doch die verschiedenen Meynungen der berühmtesten Naturkündiger kürzlich beybringen, nicht deswegen, als ob ich glaubte, sie erschöpften den eigentlichen Grund der Sache, sondern nur, um den geneigten Leser, welcher vielleicht gerne etwas davon wissen möchte, zu vergnügen.

Indem CARTESIUS erwog, es breche sich das Licht ordentlicher Weise widersinnisch, das ist, nicht gegen eben dieselbige Seite als andere Körper, sondern gegen die andere; indem er ferner auch zuverläßig wuste, es mache eine Bleykugel, wenn sie aus der Luft schief ins Wasser fähret, ihren Brechungswinkel nur deswegen grösser als ihren Einfallswin-

kel, weil das Wasser eine dichtere Materie sey als die Luft, folglich die Oberfläche desselbigen dem Triebe der Kugel in die Tiefe zu fahren stärkern Wiederstand leiste, als ihrem Triebe in einer mit besagter Oberfläche gleichlaufenden Linie fortzurücken, so schloß er folgender massen: „Weil eine Bleykugel oder ein anderer „ähnlicher Körper, wenn er nach C, Fig. 6. kommet, „von seiner Strase abweichet, und sich der Linie C „d nähert, darum, weil das Wasser, darein er fähret, „seinem Triebe sich zu senken, stärkern Widerstand „leistet, als die Luft, daraus er herkam, dahingegen „ein Lichtstrahl unter ähnlichen Umständen nicht ge„gen C d, sondern gegen C P gebogen wird, so „folget daraus, es finde der Strahl in der Luft einen „stärkern Widerstand als in Wasser. Indem nun der nurbesagte Weltweise noch ferner wahrnahm, es breche sich das Licht im Glase stärker als im Wasser, so zog er den allgemeinen Schluß daraus, „je dichter ein durchsichtiger Körper sey, desto unge„hinderter könne das Licht seine Bewegungen in ihm vornehmen. Allein er übereilete sich in diesem Stücke, indem es sich nachgehends zeigte, daß die vermeynte allgemeine Regel allerley in der vorigen Anmerkung berührte Ausnahmen leide.

Unterdessen kam sein Schluß, ohnerachtet er aus den Fördersätzen ganz richtig folgete, schon damahls manchem sehr ungereimt vor, ja es giebt noch heutiges Tages wenige Personen, die ihm ohne Widerwillen beypflichten. Denn da uns weder der innere Zustand der durchsichtigen Körper, noch die eigentliche Weise, wie sie die Bewegungen des Lichts empfangen und fortsetzen, bekannt ist, so schlüssen wir

aus

aus bloſſen Beyſpielen und Vergleichungen, die aber voll Unähnlichkeit ſind. Denn es iſt nicht nur keine einzige flußige Materie mit der Materie des Lichts zu vergleichen, ſondern es iſt auch die Durchſichtigkeit ſolcher Körper durch welche das Licht fähret, etwas ganz anders, als die ſogenannte Durchdringbarkeit (permeabilitas) bey derben Körpern.

Was nach meinem Erachten des CARTESII Meynung am allermeiſten im Wege ſtehet, das iſt die Einbildung, darinn man insgemein ſtehet, als ob nämlich jedweder fremden Materie der Durchgang durch einen Körper deſto ſchwerer fallen müſſe, je mehr die Anzahl oder die Gröſſe der Zwiſchenräumgen in demſelben abnehme, gleichwie denn in dem Falle einer gröſſern Dichtigkeit wirklich geſchiehet.

Ueberwieget denn aber nicht das, was augenſcheinlich geſchiehet, eine jedwede Meynung, ſie ſey übrigens ſo allgemein als ſie will? Iſt es nicht eine ausgemachte Sache? daß die Geſchwindigkeit des Lichts bey dem Einfahren ins Waſſer aus der Luft zunehme? Siehet man nicht? daß es ſodann in eben der Zeit aus C bis nach a komme, in welcher ſein Weg, wenn es ihn durch die Luft fortgeſezzet hätte, nur ſoviel als C B betrüge. Nebſtdeme, iſt denn nicht ein gröſſerer Grad der Durchſichtigkeit ein unfehlbares Anzeigen einer gröſſern Durchdringbarkeit, ſo viel nämlich das Licht betrift? Gleichwohl ſehen wir, daß manche weit dichtere Körper das Licht eben ſo leicht durchfahren laſſen als andere, bey weitem nicht ſo dichte, und darf man, was die-

ses betrift, nur einen Diamant, der schönes Wasser hat, gegen ein Glasstücke von gleicher Dicke halten, so wird man ganz richtig sehen, es besitze das leztere, ohnerachtet es eine geringere Schwere, folglich mehr leere Zwischenräumgen hat, als der Diamant, gleichwohl keinen so hohen Grad der Durchsichtigkeit als er.

Allein woher kommet es, daß das Wasser seiner mehrern Dichte ohnerachtet, dem Lichte einen leichtern Durchgang verstattet als die Luft?

CARTESIUS giebt zur Antwort, es komme daher, weil die Theilgen der Luft ästig, mithin zum Bilden gerade laufender Durchgänge zwischen ihnen nicht so fähig wären als die Wassertheilgen, denn diese hätten eine glatte Oberfläche, und wären vermöge ihrer Figur in einer solchen Ordnung neben einander vorhanden, daß eine zum Fortpflanzen des Lichts schikliche Durchlöcherung der ganzen Masse daraus entspringe.

Diese Antwort kann nun freylich für sonst nichts als für eine blosse Muthmassung gelten, ja sie gehöret nicht einmahl unter die glüklichsten, und CARTESIUS hätte sie schwerlich gewaget, wenn er gewust hätte, daß die meisten Oelgattungen, ihrer geringern Dichte ohnerachtet, das aus der Luft einfahrende Licht gleichwohl stärker brechen als Wasser. Denn nach seiner eigenen Meynung müsten alle fette Materien ästige Theilgen haben; demnach hat entweder die zunehmende Geschwindigkeit des Lichtes eine ganz andere Ursache, als weil die Lufttheilgen ästig sind, die Wassertheilgen aber nicht; oder es haben diejenigen fetten Körper, darinnen das Licht

eben

eben so stark oder noch stärker als im Wasser gebrochen wird, lauter Theilgen, die eben so glatt, und eben so wenig ineinander geschlungen sind, als die Wassertheilgen.

Diejenigen Naturkündiger, welche die anziehende Kräfte behaupten, sind zwar darinn mit den Cartesianern einig, daß die Geschwindigkeit eines Lichtstrahles, der aus der Luft ins Wasser fähret, zunehme, fraget man sie aber um die Ursache, so bekommet man eine ganz andere, als die von jenen angegebene zu hören, denn sie schreiben die ganze Sache der anziehenden Kraft des Wassers zu, und sagen, weil dieselbige bey dem Wasser stärker sey als bey der Luft, so werde die Spitze C, des einfahrenden Strahles von ihr genöthiget, daß sie sich etwas mehr, als es ihre natürliche Richtung mit sich bringe, beugen, und anstatt ihren Weg in gerader Linie nach B fortzusetzen, nach dem Punkte a zielen müsse: Da nun die anziehende Kraft nicht nur eben also wachse wie die Dichte der Körper, denen sie beywohnet, sondern auch nach dem Maasse, als die Entfernung zwischen den besagten anziehenden und den angezogenen Körpern abnimmet, so folge daraus, erstlich, es müsse das Glas, der Erfahrung gemäs, die Geschwindigkeit eines aus der Luft herkommenden Lichtstrahles stärker vermehren als Wasser; zweytens, müsse der einfahrende Strahl, je näher er dem brechenden dichtern Körper komme, auch desto geschwinder forteilen. Dergestalt nun, erhält er nicht nur eine grössere Geschwindigkeit, sondern auch eine kleine Beugung, davon man zwar nicht das geringste wahrnimmet,

die man aber, vermöge des eingeräumten Grundsazzes, als wirklich vorhanden, zugeben muß.

Wer auf die Seite dieser Weltweißheit getreten ist, folglich die anziehende und wegstossende Kraft der Materie einmahl für allemahl angenommen hat, dem wolte ich, soviel den gegenwärtigen Fall betrift, nicht rathen, seine Meynung zu ändern. Ich gestehe, daß sich die Neutonianer, wenn es auf die Erklärung des Strahlenbrechens ankommet, geschikt genung herauswickeln, ob es aber ohne Schwierigkeit geschehe? das wird jedweder unpartheische Leser aus dem folgenden leicht beurtheilen können.

Die Erfahrung lehrete dem NEUTON, es gebe allerley, sowohl feste als flüßige Körper, in welchen das aus der Luft in sie fahrende Licht eben so stark, oder noch stärker, als im Glase oder Wasser gebrochen wird, ohnerachtet Glas und Wasser eine grössere Dichte besitzet. Mit einem Worte, NEUTON fand, es vermehre sich in diesen Körpern die Geschwindigkeit des einfahrenden Lichtes weit stärker, als vermöge ihrer Dichte geschehen sollte. Was ist nun bey solchen Umständen zu thun? wenn man das geschwindere Eilen eines gebrochenen Strahles der anziehenden Kraft des brechenden Körpers einmahl zugeschrieben, und die Dichte des leztern zum Maasse besagter Kraft gemachet hat. Der Fall ist für einen Naturkündiger, der nicht gerne etwas für die lange Weile annimmet, in der That sehr verdrießlich, unterdessen hilft man sich dennoch auf folgende Weise: Man sagt, es gebe in dergleichen Körpern zweyerley anziehende Kräfte; eine beruhe auf der Dichte derselbigen, die andere sey ein unbekann-

tes

tes Ding, das auf der besondern Beschaffenheit eines jedweden solchen Körpers beruhe. Vermuthlich möchte von dieser leztern Kraft wohl schwerlich etwas mehreres als ihr Geschlechtsnahme und das ihr zugeschriebene Vermögen jemahls bekannt werden, doch ein Liebhaber algebraischer Rechnungen, wird dafür auf eine andere Weise schadlos gehalten, denn man sagt ihm auf ein Haar, was für einen Einfluß besagte Kraft in dieses oder jenes Strahlenbrechen habe.

Der Schluß aus allem diesem ist, es seyen die Cartesianer und Neutonianer zwar darinn miteinander einig, daß die Geschwindigkeit eines Lichtstrahles bey seinem Einfahren aus der Luft in Wasser, Glas und vielerley andere dichtere Körper, zunehme, die eigentliche Ursache aber, warum dieses also erfolge, wusten diese eben so wenig als jene anzugeben. Denn beruft man sich, wie die Neutonianer thun, auf die anziehende Kraft, so beruft man sich auf etwas, das viele Leute nicht glauben, und das über dieses in gar manchem Falle zur Erklärung nicht einmahl hinreichen will. Saget man mit den Cartesianern, das Licht erhalte deswegen eine grössere Geschwindigkeit, weil es einen freyern Durchgang antreffe, so giebt man eben dasjenige, was man erklären sollte, statt der Ursache an, oder doch beynahe,

Unterdessen düncket es mich gleichwohl, man werfe den leztern mit Unrecht vor, als ob ein freyerer Durchgang durch das Wasser, Glas, u. s. w. wenn er nur sonst bewiesen werden könnte, keine hinlängliche Ursache der vermehreten Geschwindigkeit des Lichts wäre. Denn ein Cartesianer glaubet nicht, daß das Licht bey dem

Durchfahren eines Körpers seine Stelle wirklich verändere, sondern es wird nach seiner Meynung, nur das im Innwendigen des Körpers schon vorhandene Licht durch den leuchtenden Körper, von welchem der Strahl herkommet, in Bewegung gesetzet, und erhalten. Betrachtet man nun einen Strahl auf diese Weise, und er durchfähret verschiedene Körper, davon immer einer die Stärke seiner Bewegung besser, als der andere im Stande zu erhalten vermag, so kann meines Erachtens eben die Bewegung, welche durch die ganze Länge des Strahls fortgesetzet wird, an einem solchen Orte, da sie weniger Hindernisse findet, oder geschwächet wird, allerdings hurtiger seyn als an einem andern

Ein gewisser neuer Schriftsteller suchte die Ursache des Strahlenbrechens also zu erklären, daß er sagte, wenn der Strahl schief in die Zwischenräumgen des brechenden Körpers einfahre, so pralle er ab. Ohneracht aber diese Meynung bey dem ersten Anblicke sehr natürlich zu seyn scheinet, so kann man sie doch ohnmöglich gebrauchen, woferne man nicht vorher zeiget, es sey allemahl, so oft als dasjenige, was man Brechen nennet, vorgehe, der Winkel des vorgeblichen Absprungens dem Auffallswinkel gleich. Allein, man müste zu diesem Ende allerley willkührliche Sätze, die niemand so leicht annehmen wird, voraus schicken. Also müste man zum Beyspiele bey den meisten Zwischenräumgen eines durchsichtigen Körpers eine gewisse Richtung voraus setzen, da es doch aus höchst wichtigen Gründen zu vermuthen stehet, daß sie vielmehr nach allen möglichen Richtungen laufen. Oder, man müste sagen, es würfen die schiefstehenden Zwischen-

räumgen mehr Licht zurücke, als in diejenigen, welche den einfallenden Strahl in gerader Linie empfangen, eindringe. Dieses aber lauft wider alle Wahrscheinlichkeit.

## Nutzen.

Es fället beynahe keine einzige Wirkung des Strahlenbrechens so stark in die Augen, noch verursachet irgend eine, so lange die Ursache unbekannt ist, grössere Verwunderung, als die scheinbare Beugung eines schief ins Wasser gestossenen Stabes. Jedermann weis, er scheine sodann nicht gerade, sondern an dem Punkte C, Fig. 7. abgebrochen zu seyn, und er mache den Winkel A C b. Will man begreifen, wie das zugehe? so muß man erwägen, es werde jedweder erleuchtete Punkt des eingetauchten Stabstückes, durch einen schief aus dem Wasser in die Luft und ins Auge fahrenden Lichtstrom sichtbar. Indem nun besagter Lichtstrom aus einem dichtern Körper in einen dünnern fähret, so wird er in dem leztern gebrochen, und muß von der senkrechten Linie P D abweichen: daher erblicket das Auge den Punkt B vermittelst des Lichtkegels D E, dessen Strahlen in b vereinigend werden, folglich diesen Punkt zum scheinbaren Orte der Sache B machen. Ueberleget man nun, was vermöge der angeführeten Gründe mit allen sichtbaren Punkten F, G, H, u. s. w. geschehen müsse, so findet man, es müsse sich ihr Bild in der Linie b C, welche mit dem ausserhalb des Wassers befindlichen Stabstücke einen Winkel machet, befinden.

Auf gleiche Weise erkläret man, warum ein Geldstücke, das in einem undurchsichtigen Gefässe lieget,

und dem Auge vorizt unsichtbar ist, gleichwohl sichtbar werde, woferne man Wasser in das Gefässe giesset. Würde nämlich der Strahl R S nicht gebrochen, so führe er über das Auge weg, allein vorizt entfernet er sich bey seinem Ausfahren aus dem Wasser in die Luft, von der senkrechten Linie P S, richtet sich gegen T, und zeiget das Bild der Münze in r, eben als ob dieselbige empor gestiegen wäre.

Dergestalt sehen wir alle Sachen, die wir vermittelst schiefer Strahlen im Wasser wahrnehmen, in einem höhern als ihrem wahren Orte, und muß man hierauf wohl Achtung geben, woferne man einen Fisch in einem Teiche schiessen will, denn zielete man nach dem Orte, da man ihn siehet, so würde man ihn wegen folgender Ursachen unstreitig verfehlen: 1. Weil er merklich tiefer unter Wasser ist, als er zu seyn scheinet; 2. Weil die Kugel im Wasser nicht gegen eben diejenige Seite als das Licht, sondern gegen die andere von ihrem Wege abweichet, folglich in einer höhern Linie als man zielete, durch das Wasser streichen würde.

Gleichwie ein Mensch, wenn er ohnweit eines Wasserbeckens stehet, allerley Dinge im Wasser wahrnimmet, welche ihm, wenn das Licht bey dem Einfahren in die Luft aus dem Wasser kein Brechen erlitte, der Rand des Beckens verbergen würde, also entdecken auch die schiefen Strahlen einem Fische, der von dem Boden eines Teiches in die Luft siehet, allerley Dinge, die er nimmermehr zu Gesichte bekäme, wenn er bey seinem Sehen keine andere als lauter gerade Strahlen gebrauchen müste. Eben also, wie das Auge, wenn es in T stehet, dasjenige, was bey R ist, siehet, also siehet auch das Auge, wenn es seine Stelle in R hat,

das-

dasjenige, was in T vorhanden ist, nur setzet es die Sache nicht in ihren wahren Ort, sondern nach t.

Dieses leztere hat bey den Sternsehern viel zu sagen, denn es folget daraus, daß wir des Morgens die Sterne eher sehen, als sie wirklich über den Gesichtskreis hervorgekommen sind, gleichwie wir sie hingegen des Abends noch eine Zeitlang sehen, wenn sie schon untergegangen sind. Denn da unsere Luft dicker ist, als die Materie, aus welcher das Sternlicht in dieselbige einfähret, so wird besagtes Licht bey dem Einfahren in unsere Luft gebrochen. Gesezt, der Stern sey in S, Fig. 8. folglich vorizt noch unter dem Gesichtskreise H h, und es fahre ein Strahl von ihm aus, welcher nach V zielet: indem dieser Strahl bey c in unsere Luft einfähret, wird er gebrochen, und gegen die senkrechte Linie p p gebogen. Demnach muß er das Auge des Zuschauers in t treffen, und ihm den Stern also vorstellen, als ob er überhalb des Gesichtkreises in s wäre.

Aus eben diesem Grunde wird auch der Stern nach seinem wirklichen Aufgange noch immer an einem andern Orte, als da er wirklich ist, gesehen: Nur wird die Wirkung des Brechens immer geringer, je höher er steiget. Denn da die Schiefe seiner Strahlen Rr, X x, bey ihrem Einfahren in unsere Luft beständig abnimmet, so werden sie auch um so viel weniger gebrochen, bis sie endlich, wenn der Stern die Nähe des Scheitelpunktes oder ihn selbst erreichet, bleyrecht, oder doch beynahe einfahren, und ihn an seinem wirklichen Orte zeigen.

Was ich vorizt, gleichsam nur im Vorbeygehen vor dem scheinbaren Orte der Sterne beygebracht habe,

das

das setzet voraus, es breche unsere Luft die Strahlen stärker, oder sie sey dichter als diejenige Materie, damit der unermäßliche Himmelsraum ausgefüllet ist. Hievon aber ist man zur Genüge überzeuget, erstlich, weil die Sterne des Morgens allezeit eher sichtbar werden, als es, vermöge einer genauen Berechnung von der Dauer ihres Umlaufes, geschehen sollte; Zweytens, aus unmittelbaren Erfahrungen geschikter Naturkündiger. Man hat dieselbigen zu verschiedener Zeit und an verschiedenen Orten angestellet, (q) und das Verhältniß zwischen den Sinibus der Einfallswinkel, und der ganzen Brechung, vermittelst solcher Strahlen, welche aus der Himmelsluft durch die ganze Dicke unseres Luftkreises fahren, zu bestimmen gesuchet.

Ich sage mit Vorsatze, die ganze Brechung, (die Summe aller Brechungen). Ist nämlich der Strahl bey seinem Einfahren in unsere Luft gebrochen worden, so setzet er seinen Weg im geringsten nicht schnurgerade fort, gleichwie er in einer andern Materie, welche durchaus einerley Dichte hätte, thun würde. Denn da die Luftschichten desto dicker, und mit Dünsten desto stärker angefüllet sind, je näher sie ihre Stelle an unserer Erde haben, so wächset mit dieser Annäherung zugleich auch ihre brechende Kraft. Wenn also der Strahl in a zum erstenmahle gebrochen worden, so beuget er sich in b, Fig. 8. abermahls, und in c noch stärker. Erwäget man nun, die Luft habe nicht

nur

(q) Man sehe hievon die Londner Transactiones philosoph. Nro. 257. und die seit kurzem ins Französische übersezte Exp. physico-mechaniques des Hauksbee, T. 1. S. 106. und ff. nach der Pariser Ausgabe bey Cavelier.

nur drey, sondern unzählig viele Schichten, und es wachse die Dichte derselbigen vom Punkte a bis an die Oberfläche der Erde beständig und unmerklich, so begreifet man ohne Mühe, es müsse der gebrochene Strahl eine ununterbrochene krumme Linie beschreiben, und den Stern, davon er ausfuhr, in der Tangente t d, zeigen.

Da man nun über dieses noch, aus vielen mit äusserster Sorgfalt angestelleten Erfahrungen, zuversichtlich weis, es werde ein Lichtstrahl, wenn er aus einem luftleeren Raume in die Luft fähret, desto stärker gebrochen, je mehr die Dichte der leztern durch Zusammenpressen oder Erkälten vermehret wurde, so ist offenbar, es könne, ohnerachtet der gegebenen Höhe, der Unterscheid zwischen dem wahren und scheinbaren Orte eines Sternes, ohnmöglich allemahl eben derselbige seyn, darum, weil die Wärme der Luft ihre Schwere, und die Menge der Dünste, damit sie angefüllet ist, nicht nur durch die Jahreszeit, und durch die Entfernung eines Landes von der Linie, sondern auch durch unzählige andere Ursachen verändert wird.

Eben diese Abwechslung der Luftdichte hat in das Brechen der Lichtstrahlen einen dermassen grossen Einfluß, daß sehr geschikte Naturkündiger, wenn sie die Höhe eines Gebäudes in einer ziemlichen Entfernung geometrisch messen, dieselbige ihrem Versichern zufolge, bald etwas grösser, bald etwas kleiner heraus brachten. Eben deswegen, weil die Beschaffenheit der Luft so mancherley Veränderung unterworfen ist, und diese Veränderung in die Lichtstrahlen wirket, verlässet sich ein vorsichtiger Sternseher nie völlig auf die Richtigkeit seiner Tafeln vom Strahlenbrechen, ja es ge-

geräth auch jedweder in einen billigen Zweifel, ob der Lichtstrahl, mit dem er zu thun hat, ganz genau eine gerade Linie beschreibe, wenn derselbige einen weiten Weg durch die Luft nehmen muß.

Zuweilen zeiget die Sonne, oder auch der Vollmond, wenn sie dem Gesichtskreise sehr nahe sind, eine eyrunde Gestalt an sich. In einem solchen Falle wird ihr verticaler Durchmesser allemahl der kleineste seyn, man wird auch die Ursache davon leicht finden, woferne man nur erwägen will, erstlich, es zeige das Strahlenbrechen die sämtlichen Theile des Gestirnes in einer grössern Höhe, als sie wirklich sind, zweytens, es sey diese scheinbare Höhe um soviel grösser, je näher sich das Gestirne am Gesichtskreise befinde, denn daraus folget, es müsse der untere Rand der leuchtenden Scheibe dem obern näher, als er wirklich ist, zu seyn scheinen, mithin ihre zirkelrunde Gestalt in eine eyrunde verwandelt werden. Aus eben diesem Grunde scheinet auch die Entfernung zweener übereinander stehender Sterne bey ihrem Aufgehen kleiner zu seyn, als wenn sie höher aufgestiegen sind, und durch den Mittagkreis gehen wollen.

Weil die alten Sternseher von den Wirkungen des Lichts, wenn es durch die Luft gebrochen wird, wenig wusten, so verursachte ihnen eine gewisse Erscheinung gewaltiges Kopfbrechen. Es gehet nämlich der Mond jezuweilen gänzlich verfinstert auf, ohnerachtet die Sonne zu solcher Zeit noch völlig über dem Gesichtskreise zu sehen ist. Wer nun weis, der Mond werde bloß deswegen verfinstert, weil die Erde zwischen ihm und der Sonne stehe, der geräth freylich in Verwunderung, wenn er ihn in Gegenwart desjenigen

gen Gestirnes, das ihn zu erleuchten pfleget, verfinstert siehet. Allein die Ursache ist, weil in dem gegenwärtigen Falle, im geringsten nicht die Sonne selbst, sondern nur ihr Bild über dem Gesichtskreise stehet, indem es vermittelst des Strahlenbrechens, gleich dem Sterne S, Fig. 8. überhalb desselbigen gezeiget wird.

Aber, möchte man sagen, wiewohl dieses bey der Sonne angehet, wie kann ein verfinstertes Gestirne, das kein Licht mehr hat, auf dergleichen Weise gesehen werden.

Hier muß man sich erinnern, daß der Mond bey seinen Verfinsterungen, des Lichts nie völlig beraubet werde, sondern allemahl als ein glüendes Eisen, das bald erkalten will, erscheine. Diesen Umstand erkläreten die Alten, eben weil ihnen die strahlenbrechende Eigenschaft unserer Luft nicht genugsam bekannt war, sehr schlecht, dahingegen ich denselbigen in der Optik des Herrn SMITHS ungemein gut erkläret finde. Er saget: „Die Sache rühret von den Sonnenstrahlen „her, welche die Erde umfangen, in der Luft gebrochen „werden, und einander im Erdschatten durchkreuzen, „auf welche Weise denn der im Erdschatten versenkte „Mond einigermassen, obgleich schwach, von ihnen er„leuchtet wird.

Aus dem bisher angeführten erhellet schon, es werde die Stelle, oder der Ort einer Sache, durch das Strahlenbrechen gar oft verändert, und die Sache selbst uns da, wo sie nicht ist, gezeiget. Nun hat zwar die besagte Ursache auch einen Einfluß in die Gestalt, Grösse, Entfernung und Stellung einer Sache, indem aber alle diese Erscheinungen auf der Ordnung der Strahlen, von welchen das Bild hinten im Auge

ab-

abgemahlet wird, beruhen, so müssen wir vor allen Dingen einfache Fälle vor uns nehmen, und zeigen, in was für eine Ordnung die Strahlen, wenn ihr Einfallen und die Gestalt der brechenden Oberfläche gegeben ist, sich stellen.

Berühren zween durchsichtige Körper einander, so muß die Oberfläche des dichtesten entweder flach, oder erhaben, oder eingebogen seyn; gleichfalls sind die einfallenden Strahlen, welche besagten Körper gesellschaftlich durchfahren, entweder untereinander gleichlaufend, oder nähernd, oder verlaufend. Ich will also einen Fall nach dem andern vornehmen, und sehen, was dabey vorgehen müsse, und da dem geneigten Leser aus dem bisherigen Vortrage ohne Zweifel zur Genüge bekannt ist, ein Lichtstrom von etwa einem Zoll dicke, bestehe aus einer Menge Strahlen, welche sich entweder einander noch besser nähern, oder weiter auseinander breiten, und dergestalt entweder eine Walze oder einen Lichtkegel bilden können, so werde ich vorizt statt zweener Lichtströme, die ich zu Anfange der Catoptrik gebrauchete, meistentheils nur einen in Versuch nehmen, und das Gleichlaufen, Nähern oder Verlaufen seiner Bestandstrahlen aus der kegel- oder walzenförmigen Figur, die er an sich nimmet, beurtheilen lassen. Was aber die Krümme der brechenden Oberfläche betrifft, so werde ich keine andere als die kugelförmige in Erwägung ziehen, nicht nur deswegen, weil diese bey Verfertigung dioptrischer Geräthschaften, die gewöhnlichste ist, sondern auch, weil man das, was bey einer andern als kugelförmigen Krümme vorgehet, leicht erklären, oder auch vorhersehen kann, woferne

man

man nur die Wirkung der leztern recht verstehet, und den Grund davon gehörig anzuwenden weis.

## Erster Fall.

### Wenn Strahlen, die bey dem Auffallen gleichlaufend sind, aus einer dünnern Materie in eine dichtere, die eine geradlinichte Oberfläche hat, schief einfahren.

### II. Versuch.

#### Anstalt.

Vermittelst eines flachen metallenen Spiegels, der seine Stelle aussen vor dem Fenster hat, wirft man die Sonnenstrahlen durch eine runde Röhre in ein stokfinsteres Gemach. Die Röhre stecket wasserrecht in dem Fensterladen, ist 6. Zolle lang, und anderthalb Zolle breit. In das innwendige, oder innerhalb des Gemaches befindliche Röhrenende lassen sich Linsengläser von geringerer oder grösserer Ausbauchung einsetzen. Zu dem gegenwärtigen Versuche gebrauchet man eines, das keine grössere Ausbauchung hat, als so viel dazu nöthig fället, dem einfallenden Lichtstrome eine vollkommen walzenförmige Gestalt zu geben.

Nurbesagter Lichtstrom fället auf ein Kästgen, das in der 9. Figur abgebildet, und auf das oben Fig. 2. abgezeichnete Tischgen gestellet wird.

Die langen Seiten des Kästgens bestehen aus zwo schnurgeraden, einen Schuh langen, und 4. Zolle breiten Glastafeln, die man 6. Zoll weit voneinander und völlig gleichlaufend aufrichtet. Die beeden schmahlen Seiten sind gleich dem Boden von Metalle; jedwede hat eine dritthalb Zoll weite und Zirkelrunde Oefnung, darein man ein solches Glas, wie die Uhrgehäuse haben, einsetzet, nur mit dem Unterschiede, daß eines von besagten Gläsern die ausgebogene Seite auswärts, das andere einwärts, kehret. Weil man Wasser in das Kästgen giessen muß, so werden die sämtlichen Gläser mit Kütte festgemachet. An den vier Ecken seines Bodens sind vier Schrauben, damit man ihm eine wasserrechte Stellung auf dem Tischgen geben kann; endlich so ist auch, um das Wasser abzulassen, an einem Ende des Kästgens ein Hahn vorhanden.

## Erfolg.

Indem der Lichtstrahl bey A, Fig. 10. in das mit Wasser angefüllete Kästgen einfähret, wird er gegen B gebrochen, und bildet in dieser Entfernung, wenn er mit einem gegen seine Richtung senkrecht stehenden Bleche aufgefangen wird, eine Lichtscheibe von eben dem Diameter als man nach beschehenem Messen an der Lichtwalze bey A findet. Die besagte Scheibe fället desto merklicher, wenn man ein weisses Kartenblat an die äussere Seite des Glases hält. Uebrigens stellet die

Fi-

Figur bloß die Dicke des Wassers vor, nebst der Wirckung des durchfahrenden Lichtstrahles.

Fänget man den Strahl nicht mit dem Kartenblate auf, sondern lässet ihn durch das Glas in die Luft fahren, so nimmet er seinen Weg in der Richtung S s. welche mit der Richtung R r, die er vor dem Einfallen hatte, gleichläuft; und ist dieses leicht wahrzunehmen, woferne man ein Linial, das mit einem von beeden Strahlen gleichläuft, auf die Ränder des Kästgens leget. Uebrigens behält der Lichtstrom in seiner ganzen Länge überall einerley Dicke.

Demnach bleiben die Lichtstrahlen, indem sie durch Wasser, das von einer geradlinichten Fläche begränzet wird, fahren, allemahl gleichlaufend, wenn sie es bey dem Einfahren waren. Gleichfalls bleiben sie es auch bey dem Ausfahren aus dem Wasser in die Luft, wenn solche gleichfalls durch eine geradlinichte Fläche beschräncket wird. Ein gleiches hat bey allen übrigen durchsichtigen Körpern von verschiedener Dichte statt, woferne sie anders, gleichwie man hier voraussetzet, nur eine mittelmäßige Breite oder Dicke haben.

## Zweyter Fall.

Wenn Strahlen, die bey dem Einfallen nähernd sind, aus einer dünnern Materie in eine dichtere, und aus der leztern abermahl in eine der erstern ähnliche fahren.

## III. Versuch.

### Anstalt.

Man verfähret übrigens wie bey dem vorigen Versuche, nur wird ein anderes Glas unten in die Röhre eingesetzet. Das vorige nämlich war nur deswegen etwas weniges erhaben, weil es sonst nichts thun sollte, als den Sonnenstrahlen ihren wenigen Verlaufungstrieb, den sie bey dem Einfallen durch ein Ladenloch haben, zu benehmen; Vorizt aber wird ein weit mehr erhabenes Glas eingesetzet, das dem einfallenden Lichtstrome die Gestalt eines Kegels, oder einer runden Pyramide beyleget, und die Spitze derselbigen auf acht bis 9. Zolle weit vorbringet,

Ist das Kästgen mit Wasser gefüllet, so rükket man es dem Lichtkegel dergestalt entgegen, daß er senkrecht auf die Seite A D fället, und mit der Spitze genau bis an die Seite B C reichet. Sodann öffnet man den Hahn, und lässet das Wasser ablaufen. Man sehe die II. Figur.

Er-

## Erfolg.

Sobald das Wasser ausgelaufen ist, schrumpfet die Spitze des Lichtkegels merklich ein, und reichet nur noch bis nach E.

Rücket man nun das leere Kästgen um etliche Zolle näher an die Röhre, also, daß die Spitze des Lichtkegels um eben so viel über die Seite B C des Kästgens heraus reichet, und man giesset hernach Wasser ins Kästgen, so verlängert sich zwar die Spitze etwas, der Kegel aber bekommet eine unförmliche Gestalt, wie F G,

Man siehet also, es nehme der Näherungstrieb der Strahlen ab, wenn sie aus einer dünnern Materie in eine dichtere einfahren; dagegen nehme derselbige zu, wenn der Uebergang aus einer dichtern Materie in eine dünnere geschiehet; Vorausgesetzet in beeden Fällen, es seyen die Oberflächen besagter Materien geradelinicht.

## Dritter Fall.

### Wenn Strahlen, die bey dem Einfallen verlaufend sind, in eine dichtere oder dünnere Materie einfahren.

## IV. Versuch.

### Anstalt.

Ist alles, wie bey dem vorigen Versuche, veranstaltet, und das Wasser abgezapfet worden,

so muß man das Kästgen so weit von der Röhre wegrücken, daß die Spitze G Fig. 12. des Lichtkegels schnurgerade an die Seite A D stosse, und die Strahlen, welche von nun an verlaufend werden, und einen dem ersten gerade entgegen gesezten Lichtkegel bilden, durch das ganze Kästgen fahren. Drey bis 4. Zoll weit von der Seite B C wird eine weisse Pappe vertical hingestellet, und die Grundfläche des Lichtkegels damit aufgefangen. Man misset sodann den Diameter der besagten Grundfläche auf das genaueste, und füllet das Kästgen wie gewöhnlich mit Wasser.

## Erfolg.

Die Lichtscheibe auf der Pappe wird zwar etwas vergrössert, der Lichtkegel aber verunstaltet, indem er zwischen B C nicht mehr so dik ist, als er vor eingegossenem Wasser war.

Demnach verlohren die Lichtstrahlen, als sie aus der Luft ins Wasser fuhren, etwas von ihrem Verlaufungstriebe, bekamen aber bey ihrem Ausfahren aus dem Wasser in die Lufft, das verlohrene wieder. Hieraus folget, daß eine dichtere Materie das Verlaufen der Strahlen vermindere, eine dünnere hingegen vermehre, vorausgesetzet, wenn die aneinander stossende Flächen beederley Materien geradelinicht sind.

## Ursache.

Fähret ein Lichtstrahl in schiefer Richtung aus einer dünnern Materie in eine dichtere, so verlässet er,

er, vermöge des 2. Gesetzes vom Strahlenbrechen, seine bisherige Richtung, und nähert sich einer Linie, die man sich als senkrecht gegen die Scheidefläche beeder Materien vorstellen muß. Dieses nun ist die Ursache, warum im II. Versuche der Lichtstrahl, als er nach A kam, gegen B gebrochen wurde; Er fiel nämlich schief ein, und die Materie, daraus er herkam, war nicht so dichte als diejenige, darein er fuhr.

Man stelle sich zwo gleichlaufende Linien vor, die sich miteinander zugleich, auch eine so starck als die andere, beugen, so würden sie nach geschehenem Beugen eben so gleichlaufend seyn als vorher. Nun sind aber alle Lichtfäden, daraus, gleichwie bey dem Versuche, ein walzenförmiger Lichtstrom bestehet, unter sich gleichlaufend. Fallen sie demnach auf eine geradlinichte Fläche, so fället jedweder eben so schief auf als der andere; Eben so wenig scheinet es, als ob auf einem 5. bis 6. Zoll langem Wege durch Wasser, einer stärker als der andere gebrochen würde: demnach bleiben sie dem äusserlichen Ansehen zu folge, nach dem Brechen eben so gleichlaufend als zuvor, und bilden eine Lichtwalze von eben dem Diameter, als sie vorher in der Luft bildeten. Lässet man also den gebrochenen Lichtstrahl senkrecht auf eine Fläche fallen, so zeichnet er auf selbige ein eben so grosses Lichtscheibgen, als er vor dem Einfahren ins Wasser, auf einer ähnlichen Fläche zeichnete.

Die 5te Folge aus dem I. Versuche, darauf wir das IV. Gesetze gründeten, lehrete uns: wenn ein Strahl bey a Fig. 13. gebrochen, und vermittelst eines Spiegels, oder auf andere Weise, nach C zu-

rücke geworfen werde, so breche er sich bey seinem Eintritte in die Luft dergestalt, daß er seinen Rükweg allemahl in seiner vorherigen Einfallslinie C A, nehme. Da nun dieses ist, so muß er auch nach seinem Ausfahren aus a in die jenseitige Luft den Weg nach B nehmen, und vorizt den Winkel p a B eben so groß machen, als vorher auf jener Seite den Winkel A C P. Es beruhet nämlich die Grösse beeder Winkel bloß auf dem Grade der Schiefe, unter welchem der Strahl, es sey nun auf dem Wege aus C nach a, oder rükwärts, aus dem Wasser in die Luft fähret: nun ist aber die besagte Schiefe auf beeden Seiten gleich groß, darum, weil die beeden Scheideflächen des Wassers und der Luft E F, und G H miteinander gleichlaufen. Demnach müssen in dem gegenwärtigen Falle beede Winkel einander gleich seyn, und um dieser Ursache willen nimmet der Strahl a B, wenn er aus dem Wasser kommet, eine Richtung an sich, welche mit seiner ehemahligen, die er vor dem Einfahren ins Wasser hatte, gleichläuft.

Ist das Kästgen voll Wasser, so erscheinet der Lichtkegel des III. Versuches deswegen länger als er in der Luft war; Weil nämlich die beeden einfallenden Strahlen a d, und b c, Fig. 14. einer rechts der andere links gegen eben dieselbige geradelinichte Oberfläche des dichtern Körpers sich neigen, so werden sie auch, einer rechts der andere links gebrochen, dadurch aber wird ihr natürlicher Näherungstrieb, welcher nach dem Punkte e zielet, freylich vermindert; Fället nun die Ursache der Verminderung weg, das ist, man zapfet das Wasser aus dem Käst-

gen, so wird besagter Trieb in seinen vorigen Stand gesetzet.

Raget die Spitze des Lichtkegels über die Seite K L in die Luft hinaus, so nehmen die ausfahrenden Strahlen h k eine Richtung an sich, welche mit ihrer beym ersten Einfahren gehabten Richtung f g, l g, gleichläuft, gleichwie ich dieses bey Erklärung des II. Versuches schon beygebracht habe. Daher nun kommet es, daß der Vereinigungspunkt, welcher ohne das zweymalige Brechen der Strahlen in i gewesen wäre, weiter hinaus, und bis nach k gerücket wird. Gleichfalls werden die Seiten des Lichtkegels, welche gerade Linien wie f i, l i, seyn sollten, zweymahl und zwar widersinnisch, einmahl rechts, das anderemahl links gebrochen, gleichwie bey h und g, zu sehen.

Um die Ursache von dem was der IV. Versuch zeiget, einzusehen, darf man nur sich vorstellen, als ob die verlaufenden Strahlen von dem Punkte k, Fig. 24. ausliefen. Denn erwäget man alles, was unterweges mit ihnen vorgehet, nach den Gesetzen des Strahlenbrechens, so siehet man bald, warum sie anfänglich im Wasser weniger verlaufend worden, als sie es vor dem Einfahren in selbiges waren, und warum sie hernach jenseits der Oberfläche H I verlaufender werden, als sie vor dem Berühren der Oberfläche K L waren, denn sie werden es eben so sehr, als ob sie von dem Punkte i herkämen.

Gleichfalls siehet man, warum sie ihres mehrern Verlaufens ohnerachtet, gleichwohl ein kleineres Lichtscheibgen auf der Pappe bilden? Wären nämlich die beeden Strahlen K h nicht zweymahl, erst ge-

gen diese, hernach gegen jene Seite gebrochen worden, sondern in gerader Linie fortgelaufen, so wären sie nach m und n, gekommen. Aber eben deswegen, weil sie sich nach dem obenerwähnten Verhältnisse, sowohl in h als in g bogen, schliessen sie nicht nur einen engern Raum als ausserdeme, nämlich f l, zwischen sich, sondern sie müssen auch eine Pyramide bilden, welche von der ordentlichen Gestalt abweichet, wiewohl sie gleichförmige Seiten hat.

## Erster Zusaz.

Was ich von gleichlaufenden Strahlen gesagt habe, daß sie nämlich noch immer also verbleiben, wenn sie durch einen dichtern Körper, der aber zwischen zwo gleichlaufende und geradelinichte Oberflächen eingeschlossen seyn müsse, gefahren sind, das hat vermöge der beygebrachten Gründe auch noch Plaz, wenn der besagte dichte Körper durch zwo krumme aber gleichlaufende Zirkelbogen, wie H I, und K L, Fig. 15. eingeschlossen wird, nur müssen die Strahlen in diesem Falle weder unter einer grossen Schiefe einfallen, noch weit voneinander entfernet seyn. Denn weil sodann der gebrochene Strahl a b mit Ausnahme eines sehr geringen Unterschiedes unter eben dem schiefen Winkel auf K L fället, unter welchem der Strahl A a einfuhr, so ist zwischen dem Brechungswinkel in der Luft B b p, und dem ersten Einfallswinkel A a p kein merklicher Unterscheid, folglich sind auch b B und A a einander gleichlaufend, oder doch beynahe: hingegen ist es mit dem Strahle e E in Absicht auf D d im geringsten nicht also beschaffen. Denn da d e sich stärker gegen die

Oberfläche K L neiget, als D d gegen H I, so sind hier der Einfalls- und der Brechungswinkel in der Luft einander nicht mehr gleich, wie im vorigen Falle, sondern der ausfahrende Strahl neiget sich gegen die Richtung des Strahles D d. Indem nun der Unterschied unter besagten Winkeln desto grösser wird, je schiefer der Strahl a b oder d e, auf die Oberfläche K L fället, so ist leicht zu erachten, daß beede aus dem Wasser fahrende Strahlen b B und e E nicht mehr gleichlaufend untereinander seyn können, ohnerachtet es die Strahlen A a und D d unter sich sind.

## Zweyter Zusaz.

Gleichwie bloß das Gleichlaufen der brechenden Oberflächen E F und G H, Fig. 13. die Ursache ist, warum der ausfahrende Strahl b B, eine mit dem einfahrenden Strahle A e gleichlaufende Richtung erhält, so kann dieses leztere unmöglich geschehen, wenn beede brechende Flächen gleichwie in der 16. Figur sich gegeneinander neigen. Denn eben deswegen, weil beede Oberflächen sich nicht gegen einerley Seite neigen, so geschiehet das Brechen bey a gegen eben dieselbige Seite als bey b, folglich ist die Richtung des ausfahrenden Strahles b B gegen den einfahrenden A a allemahl schief, wiewohl nach Maaßgabe der Grösse des Brechens bald mehr bald weniger.

## Nutzen.

Der Erfolg des zweyten Versuches lehret uns, warum flache Glastafeln, dergleichen man in die Fenster setzet, ingleichen die Spiegelgläser u. s. w.

das

das durch sie fahrende Sonnenlicht im geringsten nicht verdichten. Denn da besagte Strahlen so gut als gleichlaufend unter sich sind, so kann keiner einen schiefern Winkel gegen eben dieselbige Fläche machen, als der andere, folglich verändert eine geradelinichte Oberfläche nicht das mindeste an ihrer Stellung gegeneinander. Eben diese Beschaffenheit hat es auch mit stillstehendem Wasser, dessen Oberfläche so weit als sie ist, nirgend den geringsten Abschuß hat, denn es mag dergleichen Wasser so durchsichtig seyn, und die Strahlen so stark brechen, als es will, so siehet man doch nie, daß gleichlaufend einfallende Strahlen in seiner Tiefe einen Brennpunkt bilden.

Ist ein Körper zwar dichter als die Luft, und hat geradelinichte Oberflächen, ist aber dabey sehr dünne, so verursachet er keine merkliche Veränderung in dem Bilde der Sache, wenn er zwischen ihr und dem Auge stehet, sondern man siehet eine Sache durch eine Fensterscheibe, oder durch das Glas einer Kutsche ohngefehr eben also, als ob man sie mit blossen Augen und durch einen gleichartigen Körper sähe. Ist aber der dichtere Körper sehr dik, und die Sache nicht sehr weit von ihm entfernet, so scheinet sie näher und grösser zu seyn, es verändert sich auch zuweilen ihre Gestalt, und ihre Deutlichkeit nimmet ab.

Fahren verlaufende Strahlen durch ein plattes und sehr dickes Glasstücke, oder durch ein Glas voll Wasser in die Luft, so werden sie verlaufender als sie vorhin waren. Dieses zeiget der IV. Versuch. Fallen sie nun nach ihrem Ausfahren ins Auge, so

scheinen sie von einem weit nähern als dem wirklichen Punkte herzukommen. Dergestalt scheinet der strahlende Punkt E Fig. 14. in e zu seyn; und eben diese Beschaffenheit hat es auch mit allen übrigen sichtbaren Punkten eines Körpers.

Eben deswegen scheinet uns ein Fisch nie so tief unter Wasser zu seyn, als er wirklich ist. Wer nun einen schiessen will, der muß auf diesen betrieglichen Schein wohl Achtung geben. Denn da das eingeladene Bley nur bis auf eine gewisse Tiefe einzudringen vermag, so kann es leicht geschehen, daß es den Fisch nicht erreichet.

Auf gleiche Weise scheinet uns auch der Boden eines Gefässes, eines Springbrunnens, eines Flusses, wegen des darüber befindlichen Wassers, nie so tief als er wirklich ist. Setzet man sich in ein Bad, so findet man es mit Verwunderung allemal tiefer als man gedachte. Will man etwas aus dem Wasser langen, so muß man die Hand gemeiniglich tiefer als man es für nöthig erachtete eintauchen, und darüber wird gar oft der Ermel naß.

Indem sowohl die Gestalt eines Bildes, als der Sache selbst, auf der Stellung der sämtlichen Theile gegeneinander beruhet, so leidet sie durch eine gleichförmige Versetzung sämtlicher Theile aus einem Orte in den andern, keine Veränderung: Da nun, wenn man in tiefes Wasser siehet, eine darinn befindliche Sache uns allemahl näher als sie wirklich ist, zu seyn scheinet, so würde ihre scheinbare Gestalt der wahren allemahl ähnlich seyn, woferne nur die scheinbare Veränderung des Ortes bey jedwedem Theile der Sache nach eben dem Maasse geschähe,

schähe, als bey dem andern. Dieses aber geschiehet bey Dingen von grossem Umfange im geringsten nicht. Weil nämlich alle von ihren äussersten Enden ins Auge fallende Strahlen die Oberfläche der Luft unter einer grössern Schiefe als andere, berühren, so werden sie auch stärker gebrochen; Die Lichtkegel verlaufender Strahlen breiten sich gegen das Auge auseinander, also, daß ihre Vereinigungspunkte, welche den scheinbaren Ort der Sache bilden, der brechenden Oberfläche viel zu nahe kommen, als es die vollkommene Gleichheit des Bildes mit der Sache vertragen kann. Gesezt, das Auge stehe in k Fig. 14. und beschaue etwas langes und geradelinichtes unten auf dem Grunde, oder auch viele in gerader Linie wie g, d, c g, liegende Dinge, zum Beyspiele, Kieselsteine, so scheinet ihm nicht nur alles was es siehet, überhaupt näher zu seyn als es wirklich ist, sondern es kommen ihm auch die beeden äussersten Steine g, g, noch näher vor, als die in der Mitte liegenden d, c, das ist, es siehet sie nicht in einer geraden, sondern in einer krummen Linie, die ihm ihre Höhlung zukehret, nebeneinander: (r) dergestalt scheinet eine bleyerne Röhre, wenn sie auf dem Boden eines Springbrunnens lieget, im geringsten nicht gerade, wie sie doch ist, ja der Boden selbst, schei-

(r) Wer die Natur dieser krummen Linie, und die Weise, wie sie entstehet, zu wissen verlanget, der findet die gesuchte Nachricht in einer schönen und gelehrten Abhandlung des Herrn Mairans, welche den Mem. de l' Acad. des Sciences für das Jahr 1740 einverleibet worden, und viele ungemein lesenswürdige Anmerkungen enthält.

scheinet in der Mitte tiefer als am Rande, ohnerachtet er völlig eben ist.

Hat ein dichter Körper eine grosse Dicke, so stellet er, seiner geradlinichten Oberflächen ohnerachtet, alles was man durch ihn wahrnimmet, zu groß vor. Ein Fisch scheinet im Wasser allemahl grösser als wenn man ihn gefangen hat. Einen ähnlichen Betrug spielen uns die Steine, der Kies, die Kräuter u. s. w. wenn wir sie auf dem Grunde eines Teiches, einer Quelle, eines Flusses u. s. w. sehen, der Raum zwischen ihnen dünket uns grösser als er ist, die Gränzen, welche den Raum einschliessen, dünken uns eine grössere als die wirkliche Weitschaft zwischen sich zu lassen. Alles dieses kommet daher, weil die verlaufenden Strahlen nach dem Ausfahren aus dem Wasser in die Luft, noch verlaufender werden. Man stelle sich vor, g, g, Fig. 14. wären die beeden äussersten Enden einer Sache, die man vermittelst der Strahlen g h, g h auf dem Grunde des Wassers liegen siehet. Indem das Auge in k stehet, so beurtheilet es die Grösse der Sache aus dem Winkel G k G, welcher den Winkel g k g an Grösse übertrift. Da nun eben dieses bey der Breite und Dicke der gesehenen Sache eben sowohl geschiehet als bey ihrer Länge, so folget daraus, alles was man durch einen Körper, der die Luft an Dichte übertrift, und eine grosse Dicke hat, wahrnehme, das müste grösser scheinen als es wirklich ist, und es lehret die Erfahrung, daß dieses wirklich geschehe.

Siehet man gerade von oben in ein Gefässe voll Wasser, oder einer andern flüssigen hellen Materie, und man betrachtet ein auf dem Boden liegendes

Münz-

Münzstücke, oder etwas dergleichen, das man deutlich genug sehen kann, so scheinet die Sache zwar wohl grösser als in der Luft, gleichwohl aber nicht ausserhalb ihrer Stelle, gleichwie hingegen diejenige, davon ich bey Erklärung des Strahlenbrechens überhaupt, Meldung gethan habe. Die Ursache wird begreiflich, wenn man erwäget, es sehe in dem gegenwärtigen Falle das Auge einen Theil der Münze als z. B. ihre Mitte, vermittelst eines Lichtstromes, dessen Achse, weil sie bleyrecht aus dem Wasser in die Luft fähret, kein Brechen leidet, es erscheinet folglich diese Mitte der Münze an ihrem wahren Orte, oder in ihrer natürlichen Richtung. Nun siehet man zwar die übrigen Theile der Münze vermittelst schiefer, folglich auch gebrochener Strahlen, sie scheinen also von ihrer Mitte, welche gleichsam unbeweglich bleibet, um soviel weiter entfernet zu seyn; folglich kommet die Münze dem Auge zugroß vor, allein sie behält, soviel die Richtung betrift, ihren wahren Ort, ja woferne man das Auge also über das Gefässe hält, daß der gerade Strahl von der Mitte der Sache herkommet, so leidet nicht einmahl, den Fall einer gewaltigen Grösse ausgenommen, ihre scheinbare Gestalt eine merkliche Veränderung.

Sind die gegeneinander überstehenden Seiten eines dicken Glasstückes, zwar geradelinicht, sie neigen sich aber gegeneinander, so zeiget ein solches Glas die Sachen nie an ihrem wahren Orte. Denn man mag sich zum Durchsehen anstellen, wie man will, so ist doch unter allen ins Auge fahrenden Strahlen, kein einziger, der nicht wenigstens einmahl, es sey nun bey dem Einfallen oder bey dem Ausfahren, gebro-

brochen würde; Ich sage wenigstens einmahl. Hatte nämlich einer von den auffallenden Strahlen eine Schiefe gegen die eine unter den beeden Oberflächen, und er behält nach dem Einfahren noch immer eine Schiefe gegen die andere, so wird er, wie die 16. Figur zeiget, zweymahl gebrochen, fiel er aber senkrecht auf die erste, so wird er um soviel schiefer auf die zweyte fallen.

Wäre das Glas also geschnitten, daß eine von seinen Oberflächen zum Theil mit der andern gleichliefe, zum Theil sich gegen dieselbige neigete, so kann es eine Sache an zween Orten zugleich vorstellen. Dergleichen thut ein Kutschglas, wenn es eine breite Schärfe hat, und der Fahrende das Auge gegen den Rand des Glases richtet.

Aus diesem Grunde nennet man gewisse Gläser, denen man mit Vorsatze viele Flächen giebt, vervielfältigende Gläser, darum, weil sie die Sache, die man durch sie betrachtet, in der That vielfach vorstellen. Wer die 17. Figur ansehen will, der wird die Ursache aus dem, was ich von brechenden Körpern mit schiefen Oberflächen angeführet habe, von selbst ermessen. Indem nämlich die vier Flächen a c, c d, d e, und e b allemiteinander gegen die grosse Fläche a b sich neigen, so machet jedwede insbesondere das Auge E zum Vereinigungspunkte solcher Strahlen, welche von beeden äussersten Enden der gesehenen Sache herkommen. Daher bringen die auf a c fallende Strahlen, nach erlittenem doppelten Brechen, ein Bild in G hervor; die auf c d fallende, thun dergleichen in H; die durch d e und e b einfahrende, stellen eben dieselbige Sache in I und K

vor, folglich entstehen eben so viele Bilder als Flächen.

Jedwede Fläche kann ein vollkommenes und deutliches Bild zeigen, doch unter der Bedingung, erstlich, wenn sie von allen Umkreispunkten der Sache Strahlen auffänget, zweytens, wenn der Näherungstrieb besagter Strahlen nach geschehenem Brechen noch immer gegen einerley Ort abzielet, und drittens, wenn die Strahlenbüsche, welche zu jedwedem sichtbaren Punkte gehören, etwas weniges verlaufend geblieben, oder doch es aufs neue worden sind. Fallen die beeden erstern Bedingungen weg, so zeiget jedwede Fläche nur ein Stük vom Ganzen; Fehlet die dritte, so siehet man alles höchst undeutlich. Um nun diesen Mängeln auszuweichen, muß man durch ein solches Glas grosse Sachen nur von weitem, kleine hingegen nur in der Nähe betrachten; Ferner müssen die Flächen selbst eine genugsame Breite haben, und die Winkel, die sie miteinander machen, keine allzustarke Ausbauchung vorstellen, zum Beschlusse, muß man auch ein solches Glas nicht allzunahe ans Auge bringen. Uebrigens werden wir ausführlicher sehen, wie mit solchen Gläsern umzugehen, und was für eine Wirkung von ihnen zu erwarten sey, wenn wir auf das Sehen durch brechende Körper mit ausgebogenen Oberflächen, kommen.

## Vierter Fall.

### Wenn gleichlaufende Strahlen aus einem dünnern Körper in einen dichtern mit ausgebogener Oberfläche fahren.

# V. Versuch.

## Anstalt.

Man stelle das in der 9. Figur abgebildete Kästgen also, daß ein walzenförmiger und wagrecht einfahrender Lichtstrohm, bleyrecht auf das ausgebogene und an die schmahle Seite des Kästgens gekittete Glas treffe. Sodann wird das Kästgen mit Wasser angefüllet.

## Erfolg.

Sobald das Wasses ins Kästgen kommet, siehet man, daß die Lichtstrahlen nähernd werden, und einander an der Achse der Lichtwalze auf allen Seiten durchkreuzen, die Walze selbst, bekommet dadurch die Gestalt eines Kegels, dessen Spitze, wie die 18. Figur zeiget, biß in das Kästgen hinein reichet.

## Fünfter Fall.

### Wenn nähernde Strahlen, die aus einem dünnern Körper herkommen, in einen dichtern mit ausgebogener Oberfläche fahren.

# VI. Versuch.

## Anstalt.

Ist alles, wie bey dem vorigen Versuche, angeordnet, so lässet man, ehe das Kästgen gefül-

let wird, einen Lichtkegel durch das ausgebogene Glas einfahren. Die Spitze des besagten Kegels muß den Mittelpunkt, daraus die Rundung des Glases beschrieben wird, auf das genaueste treffen. Denselbigen bemerket man mit einem an der Seite aufgerichteten Zeiger, und füllet das Kästgen mit hellem Wasser.

Eben dergleichen Versuch nimmet man nachgehends mit zween andern Lichtkegeln vor, davon einer, so lange das Kästgen leer ist, mit seiner Spitze nicht biß an den besagten Mittelpunkt der Glasrundung, der andere hingegen darüber hinaus reichet. Wie weit? das wird jedesmahl bemercket, und endlich, wie bey den vorigen Versuchen, das Kästgen mit Wasser angefüllet.

## Erfolg.

Vereinigen sich die Lichtstrahlen von selbst in dem Mittelpunkte, daraus die Ausrundung der brechenden Oberfläche beschrieben wird, so verändert das Wasser nicht das geringste an ihrer Richtung, sondern es bleibet nach angefülletem Kästgen die Regelspitze einmahl wie das andere neben dem Zeiger, A Fig. 19.

Suchen sich die Strahlen natürlicher Weise zwischen dem Rundungsmittelpunkte und der brechenden Oberfläche zu vereinigen oder zu durchkreuzen, so verlängert das eingegossene Wasser die Spitze des Lichtkegels B Fig. 19.

Dagegen wird die nurbesagte Spitze verkürzet, woferne die Strahlen natürlicher Weise sich in einer grössern Entfernung von der Oberfläche, als der Rundungsmittelpunkt ist, vereinigen C Fig. 19.

## Sechster Fall.

### Wenn verlaufende Strahlen aus einem dünnern Körper in einen dichtern mit einer ausgebogenen Oberfläche fahren.

### VII. Versuch.

#### Anstalt.

Das leere Kästgen bleibet in der vorigen Stellung, nur lässet man von der Spitze eines vorhin gebrauchten Lichtkegels, die Strahlen sodann erst, wenn sie bereits anfangen verlaufend zu werden, durch das ausgebogene Glas einfallen, und fänget sie etwa einen halben Schuh weit von der brechenden Oberfläche mit einer bleyrecht stehenden Tafel innwendig im Kästgen auf, man bemerket auch, vor dem Eingiessen des Wassers, die Grösse der von ihnen gebildeten Lichtscheibe auf das genaueste.

#### Erfolg.

Füllet man das Kästgen mit Wasser, so scheinet die nurbesagte Lichtscheibe um ein Merkliches kleiner.

Jeweiter das Kästgen von dem Punkte, daraus die verlaufenden Strahlen ihren Ursprung nehmen, weggerücket wird, desto kleiner wird die Grundfläche des Lichtkegels, den sie bilden, der Lichtstrom wird walzenförmig, und rücket man das Kästgen noch weiter weg, so beginnen die Strahlen vorwärts nähernd zu werden. Man sehe auf die 20. Figur.

Aus diesen drey lezten Versuchen folget:

1. Daß gleichlaufende Strahlen, wenn sie aus einer dünnern Materie in eine dichtere mit einer ausgebogenen Oberfläche einfahren, nähernd werden.

2. Daß sie nicht gebrochen werden, wenn sie sich in dem Mittelpunkte, daraus die Rundung der brechenden Oberfläche beschrieben wird, vereinigen.

3. Ihr Näherungstrieb nehme ab, wenn ihr natürlicher Vereinigungspunkt den Mittelpunkt der runden Oberfläche nicht erreiche; dagegen nehme er zu, wenn besagter Vereinigungspunkt die nurerwähnte Schranken überschreite.

4. Verlaufende Strahlen verlieren wenigstens einen Theil ihres Triebes, sie können aber auch gleichlaufend, ja gar nähernd werden

## Anmerkung.

Fahren Lichtstrahlen durch eine brechende Oberfläche deren Krümmung ein Zirkelbogen ist, und bil-

bilden einen Kegel, so wird man allemahl beobachten, es sey, der Ort, wo sie sich vereinigen und durchkreuzen, nicht eben ein Punkt, sondern ein kleines rundes Plätzgen, das man mit einem Kartenblate auffangen, und sodann sehr deutlich wahrnehmen kann. Es ist auch dieses Plätzgen um soviel geräumiger, je grösser die kugelichte Oberfläche, welche die Strahlen auffänget, ist.

## Ursache.

Die Stellung der gebrochenen Strahlen gegeneinander, beruhet auf der Abweichung eines jedweden von seinem vorigen Wege; und diese Abweichung verhält sich in einem beschränkten medio allemahl wie die Schiefe, darunter der Strahl auffället. Es ist aber diese Schiefe nicht immer eben dieselbige, entweder, weil die Richtung, in welcher die Strahlen auf eine geradelinichte Oberfläche fallen, nicht eben dieselbige ist, oder, weil die Theile der brechenden Oberfläche nicht allemiteinander in einerley Fläche sind. Dieser leztere Fall hat bey dem V Versuche statt. Denn da haben zwar die Lichtstrahlen darum, weil sie gleichlaufend unter sich sind, allemiteinander einerley Richtung, hingegen muß man die Theile der ausgebogenen Oberfläche, darauf sie fallen, als lauter unendlich kleine Flächen welche unmerkliche Winkel miteinander machen, betrachten. Indem also ein Lichtstrom gleichlaufender Strahlen in gerader Linie an die ausgebogene Oberfläche kommet, so ist unter besagten Strahlen allenmiteinander nur ein einziger, welcher senkrecht auf irgend eine von den kleinen Flächen fiele, und ohne einiges Brechen zu erleiden,

in der Achse AB, der Rundung Fig. 21. fortstreiche. Es wiederfähret, sage ich, dieses nur einem einzigen Strahle. Alle übrige machen mit den umliegenden Theilen nothwendiger Weise schiefe Winkel, darum, weil besagte Theile mit ihrer Mitte dergleichen machen, die Strahlen hingegen miteinander gleichlaufen.

Indem die Strahlen, welche der Achse am nähesten sind, als d e, nur eine sehr geringe Neigung gegen die brechende Oberfläche haben, so werden sie auch nicht stark gebrochen; Unterdessen mag doch das Brechen, entweder, wegen besagter geringern Schiefe, oder, wegen der Beschaffenheit des brechenden Körpers, so gering seyn als es will, so müssen doch die rechts und links einfahrenden Strahlen an irgend einem Orte der Achse A B einander durchkreuzen. Es ist nämlich besagter Ort der Oberfläche näher, oder von ihr weiter entfernet, nachdem das strahlenbrechende Vermögen des Körpers stark, und die Krümmung seiner Oberfläche grösser oder kleiner ist. (s)

Würden die weiter entferneten Strahlen, z. B. f g nur um eben soviel gebrochen, als die vorigen, so würden sie mit e D gleichlaufen, und einander weiter

(s) E D Fig. 21. das ist, die Entfernung des Brennpunktes der gleichlaufenden Strahlen an der Achse genommen, verhält sich zu C D, das ist, zu der Entfernung besagten Brennpunktes von dem Mittelpunkte, daraus die Oberfläche des brechenden Körpers beschrieben wird, wie sich verhält der Sinus des Einfallens zum Sinu des Brechens, das ist wie 4 zu 3, wenn das Brechen im Wasser geschiehet, oder wie 3 zu 2, wenn es im Glase vorgehet.

ter unten an der Achse durchkreuzen, auf welche Weise der Lichtkegel eine sehr dicke und übelgestaltete Spitze bekommen würde. Allein, weil die Oberfläche bey g eine grössere Neigung gegen den einfallenden Strahl hat, als bey e, so werden die Strahlen bey g stärker als bey e, und zwar in einem solchen Verhältnisse gebrochen, daß sie einander beynahe in eben dem Punkte als die vorigen e D durchkreuzen.

Ich sage beynahe in eben demselben Punkte, darum, weil, genau zu reden, dieses in der That nicht geschiehet, indem die aufeinander folgende Neigungen, die ein Zirkelbogen oder eine Kugel giebt, kein solches Verhältniß unter sich haben, daß sie Strahlen, die bey dem Auffallen gleichlaufend sind, zum Abzielen nach einem einzigen Punkte brächten. Es wird dieses augenscheinlich, wenn man dem Wege eines von der Achse sehr weit entferneten Strahles, zum Beyspiele h i, nachspühret, und ihn den Gesetzen des Strahlenbrechens unterwürfig machet, denn da zeiget es sich, es sey die Neigung der Oberfläche bey i etwas zu groß, und sie gebe deswegen dem gebrochenen Strahle einen so grossen Näherungstrieb, daß er sich an eben dem Orte, als die übrigen, mit der Achse nicht vereinigen kann. Eben dieses ist die Ursache, warum ein Lichtkegel niemahls eine recht scharfe Spitze bekommet, wenn er mit Hülfe einer sehr breiten kugelichten Oberfläche, es mag selbige übrigens die Strahlen brechen oder zurückwerfen, gebildet wird, sondern es machet ein solcher Brennpunkt allemahl eine runde Scheibe von einer gewissen Grösse. Daher kommet es auch, daß diejenigen Optici, welche diese Materien nach

der geometrischen Schärfe abhandeln, ihre Theorie allemahl nur auf soviel Licht, als einen ganz kleinen Theil einer solchen Oberfläche treffen kann, einschränken.

Zielen die Lichtstrahlen natürlicher Weise nach dem Punkte, daraus die Rundung der brechenden Oberfläche beschrieben wird, gleichwie in dem VI. Versuche, so leidet der Lichtkegel bey seinem Uebergange aus der Luft ins Wasser, nicht die geringste Veränderung; darum, weil sodann alle seine Strahlen, z. B. A b, d h, e f, Fig. 22. gegen alle Theile der krummen Linie f b h senkrecht, folglich keinem Brechen unterworfen sind.

Fället aber ihr Vereinigungspunkt natürlicher Weise zwischen den besagten Mittelpunkt C, und die brechende Oberfläche, zum Beyspiele, wie i k, oder hinter jenem, wie g l, sodann fallen die Strahlen schief auf. Im ersten Falle verlängert sich der Lichtkegel, darum, weil die gebrochenen Strahlen sich der Linie, welche gleich C d gegen den Einfallspunkt senkrecht ist, nähern; dagegen verkürzet er sich, aus eben diesem Grunde, im zweyten Falle.

Das Lichtscheibgen wird nach angefülletem Kästgen im VII. Versuche deswegen kleiner, weil die Strahlen des Lichtkegels, dessen Grundfläche es ist, sich gegen lauter solche Linien brechen, welche gleich C e, ihre Auffallspunkte senkrecht durchschneiden. Denn eben deswegen nähern sie sich einander, oder, welches einerley, der Achse A B, Fig. 23. Je weweniger verlaufend nun die einfahrenden Strahlen werden, desto kleiner muß das Scheibgen werden, jenes aber geschiehet, wenn die Oberfläche l b m,

von

von dem Punkte, da das Verlaufen der Strahlen seinen Anfang nimmet, entfernet wird. Rücket man demnach das Kästgen beständig weiter und weiter weg, so kommen die Strahlen aus einem schwachen Verlaufen zum Gleichlaufen, und sodann zum Nähern.

Will man wissen? was sodann geschehe, wenn dergleichen Lichtstrahlen, als bey den drey lezten Versuchen gebrauchet wurden, aus Wasser, das durch eine ausgebogene Oberfläche beschränket wird, in die daran stossende Luft führen, so darf man nur diejenigen Strahlen, die wir in der 21, 22, 23. Figur als gebrochen betrachteten, für auffallende annehmen: denn sodann findet man, daß eben dieselbige Strahlen, welche in einem dichtern Körper gleichlaufend waren, bey dem Einfahren in einen dünnern nähernd werden, ingleichen, daß der Näherungstrieb, den sie vorher hatten, sodann zunehme, u. s. w.

## Nutzen.

Dergleichen Künstler, welche, gleichwie die Verschneider, Steinfasser, Uhrmacher, u. s. w. mit subtiler Arbeit umgehen, und dabey scharf sehen müssen, gebrauchen des Abends gemeiniglich eine Lampe, und lassen das Licht durch eine mit Wasser angefüllete Kugel von dünnem Glase fallen. Fig. 24. Stehet nun eine brennende Lampe, oder ein angezündetes Licht vor der Kugel, so wirft die Flamme eine grosse Menge verlaufender Strahlen auf die kugelichte Oberfläche, und diese Strahlen werden, gleich denen im VII. Versuche, auch aus eben der-

selbigen Ursache, weniger verlaufend. Fahren sie nun endlich aus dem Wasser in die Luft, so verlieren sie ihren Trieb zum Verlaufen völlig. Denn sie entfernen sich bey dem Brechen, sowohl auf dieser als auf jener Seite, von den Linien pc, pc; sie werden dergestalt in einen engern Raum eingeschränket, und entweder gleichlaufend oder nähernd gemachet.

Lieget ein fester Körper in einem gläsernen Gefässe, und man füllet es mit Wasser, oder mit einer andern flüssigen und dabey durchsichtigen Materie, so erscheinet er, durch die Wände des Gefässes betrachtet, gemeiniglich sehr ungestaltet. Denn da dergleichen Gefässe gewöhnlicher Weise nach der Länge gerade, und nach der Breite gebogen oder ausgerundet sind, so muß sich die Wirkung des Strahlenbrechens bey der Länge ganz anders als bey der Breite äussern. Es sey, zum Beyspiele, Fig. 25. ein Walzenförmiges Gefässe, in dessen Mitte eine vollkommen runde Kugel hänget, und der verticale oder Längendurchmesser derselbigen, sey A B. Weil das Auge das Bild dieser Linie durch gebrochene Strahlen in eben derselbigen Fläche c b erblicket, so siehet es die Sache beyläufig in ihrer wahren Grösse; dahingegen A B, wenn es zum horizontalen oder Breitendurchschnitte wird, unter dem Winkel A f B, folglich unter einem grössern als vorher, gesehen wird. Die Ursache ist, weil bey d und e ein stärkeres Brechen, als bey b und c vorgehet. Daher muß die Kugel einem jedweden, der dem Auge eben die Stellung als in der Figur geben will, eyrund vorkommen.

Der-

Dergleichen Lampenkugeln, als ich vorhin erwähnet habe, ingleichen auch die gläsernen, und entweder durchaus dichten, oder hohlen und mit Wasser angefülleten Kugeln der Kronleuchter, ja überhaupt alle durchsichtige Körper, die eine kugelichte Gestalt, oder doch beynahe haben, sind zwar im Stande, die Sonnenstrahlen, als welche man für gleichlaufend annimmet, so nahe zusammen zu werfen, daß man brennliche Materien damit anzünden kann; Allein deswegen darf kein Mensch besorgen, gleichwie zwar verschiedenemahl gegen mich geäussert wurde, es möchte etwa ein solcher Kronleuchter die Tapeten oder die Kleider in Brand stecken. Dergleichen Furcht wird von selbst wegfallen, sobald man weis, es sey der Brennpunkt der gleichlaufenden und gebrochenen Strahlen, sehr nahe hinter der Kugel, und etwa in einer Weite, welche den vierten, oder auf das höchste den halben Theil ihres Durchmessers beträget, zu suchen; (t) zu geschweigen, daß bey dem Durchfahren eines so dicken Körpers eine grosse Menge Strahlen verlohren gehet, folglich die Brennpunkte selbst, wenig thun können.

Den Opticis leuchtete dieser leztere Umstand so stark in die Augen, daß sie auf Mittel sannen, wie man dergleichen brechenden Körpern ihre überflüßige Dicke auf eine solche Weise benehmen möge, daß ihre Eigenschaft, die Strahlen in einen Brennpunkt zu vereinigen, nicht darunter leide. Zu diesem En-

de

(t) Es wechselt diese Weite nach der Dichte oder dem strahlenbrechenden Vermögen dieser Körper auf allerley Weise ab.

de erwogen sie: 1. Wenn die von der Achse A F am weitesten entfernete Strahlen unter einer gewissen Schiefe, als zum Beyspiele, unter 47 bis 48 Graden, auf die Kugel fielen, so drängen sie nicht in dieselbige hinein, würden folglich auch nicht gebrochen, sondern sie glitscheten gleichsam nur auf ihr fort, und sprängen an der Seite ab, gleichwie bey dem Punkte i zu sehen; 2. Wenn ein Strahl, wie d e, in Glas einfahre, und darinnen gebrochen werde, so setze er seinen Weg, es möge selbiger groß oder klein seyn, bis nach g in gerader Linie fort, darum, weil das Licht, so lange es in einer gleichartigen Materie bleibet, nie von seiner Strasse abweichet. Aus diesem gedoppelten Satze schlossen sie ganz vernünftig, man könne das ganze Stük c i k l, welches dem Durchfahren des Lichts nur hinderlich fället, und zur Vereinigung der Strahlen nichts beyträget, von der Kugel wegnehmen. Demnach sezten sie bloß die beeden Kugelschnitte c h i, und k m l zusammen, und machten ein Ganzes c h i n von Linsenförmiger Gestalt daraus, welches die mit der Achse gleichlaufende Strahlen wie o p zwar in einer grössern Ferne, aber auch in grösserer Menge zusammenwirft, als wenn sie die ganze Kugel durchfahren müsten.

Dadurch nun, daß man dem Glase eine linsenförmige Gestalt gab, wurde zwar die beschwerliche Dicke um ein grosses vermindert, unterdessen wäre doch auch diese noch übermäßig, woferne man den Kugelschnitten, daraus die Linse bestehet, so viel Geräumlichkeit lassen wollte, als zum Auffangen aller und jeder Sonnenstrahlen, die sie brechen können,

nöthig fiele. Indem nämlich der Diameter c i einer Linse, die Sehne eines Bogens c h i von 47 oder 48 Graden ist, so würde ihre Dicke h n, ohngefähr den dritten Theil vom Diameter ihrer ganzen Kugel betragen; Eine solche Dicke aber fiele nicht nur bey grossen Gläsern, sowohl wegen der Schwierigkeit, sie zu giessen, als wegen der ungeheuren Schwere, u. s. w. ganz unthunlich, sondern sie würde auch die Brauchbarkeit der kleinen Gläser gewaltig vermindern, indem man der grossen Dicke wegen mehr Strahlen verlöhre, als man durch die Geräumlichkeit der Oberflächen gewönne. Daher begnüget man sich mit weit kleinern Kugelschnitten, wie q h r, zum Beyspiele; und bringet dergestalt mit einer geringern Menge auffallender Strahlen, bloß wegen der grössern Durchsichtigkeit, fast eben das zuwege, was grössere Kugelschnitte thun könnten.

Daß die kugelichten Oberflächen diejenigen nicht sind, welche die Strahlen in den möglichsten kleinen Raum zusammenwerfen, das habe ich vorhin schon erwähnet: Nun weis man zwar ganz wohl, was für andere Flächen hierzu geschikt wären, nur fället es allzubeschwerlich, dem Glase die erforderliche Gestalt beyzulegen. Doch gesezt, es gienge an, so würde man die Strahlen dem ohnerachtet nie auf einen einzigen Punkt zusammenbringen, darum, weil sie sich, wie in der Folge erhellen wird, niemahls, auch in einer gleichartigen Materie nicht, allemiteinander gleich stark brechen.

Als ich in der 13. Stunde vom Feuer handelte, zeigte ich, es sey möglich, vermittelst flacher Spiegel

eine grosse Anzahl Strahlen in einen ziemlich kleinen Raum zusammen zu werfen, man müsse nämlich die Spiegel in eine Rahme fassen, und also neigen, daß die Strahlen alleniteinander nach einem einzigen Orte abspringen. Eben dergleichen könnte auch vermittelst des Brechens geschehen. Fähret ein Sonnenstrahl durch ein Glasstücke, dessen beede Oberflächen zwar geradlinicht, dabey aber schief gegeneinander gerichtet sind, so beuget er sich nothwendiger Weise gegen den dickesten Rand, wollte man nun dergleichen Gläser durch Hülfe einer Einfassung gehörig aneinander setzen, so könnte man die Neigung der gebrochenen Strahlen also lenken, daß sie in einiger Entfernung von der Maschine auf einen einzigen Ort zusammen fielen. Ein Beyspiel im kleinen, geben uns die oberwähnten Gläser mit vielen Flächen. Stellet man ein solches Glas in die Sonne, so siehet man, daß alle Lichtströme, welche durch jedwede kleine und winklicht gegen die grosse stehende Fläche fahren, in einen gemeinschaftlichen Brennpunkt zusammen fallen, und einander daselbst durchkreuzen: Wären nun besagte Flächen nicht nur grösser, sondern auch lauter einzelne Stükke, und nur vermittelst einer Einfassung in eben die Ordnung, als sie an dem geschnittenen Glasstücke haben, zusammengesetzet, so wäre ja nicht der geringste Zweifel übrig, daß sie nicht die vorige Wirkung vorizt eben sowohl thun würden.

Will man den Brennpunkt eines grossen rundlichten Glases verkürzen, und besser in die Enge bringen, so lässet man den Lichtkegel, den es von sich giebt, noch durch ein anderes Linsenglas von einer

stärkern Rundung fahren. Denn da die Strahlen, vermöge des VI. Versuches, bey dem Auffallen auf dieses leztere Glas, einen Näherungstrieb haben, welcher ihre Vereinigung in einer grössern Weite, als dem Mittelpunkte seiner Rundung, wirket, so werden sie vorizt, sowohl bey dem Ein- als Ausfahren besser gegen die Achse gebogen, folglich vereinigen sie sich nicht nur in einer grössern Nähe, sondern auch in einem kleinern Raume, als ausserdeme geschehen wäre. Eben durch dieses Mittel verstärkete der Herr von Tschirnhausen die Wirkung der Sonnenstrahlen in dem Brennpunkte seiner grossen Gläser, davon ich in der XIII. Stunde bey der verschiedenen Weise, Feuer anzuzünden, Erwähnung gethan habe. Unterdessen stelle ich es dahin, ob man sich eine sonderliche Wirkung davon versprechen könne: denn die zweyte Linse nimmet viele Strahlen weg, und bey einem so geringen Unterscheide, wird vielleicht der allerengeste Brennpunkt zu den Wirkungen, die man von ihm verlanget, deswegen nicht sonderlich kräftiger.

Die allermerkwürdigste und am meisten gebräuchliche Wirkung der Linsen- oder Augengläser, ist diese, daß sie uns eine Sache grösser zeigen, als unsere blosse Augen. Die Ursache ist folgende: Es sey A a, die gesehene Sache, so ist der an ihr befindliche Punkt A von der Achse F f eben so weit entfernet, als der Punkt a, desgleichen auch b so weit, als sein gleichnahmiger, b; und wiederum c, eben so weit, als c, u. s. w. Es sind aber nicht alle Strahlen, welche von diesen gleichweit entferneten Punkten herkommen, von einerley Beschaffenheit, zum Beyspie-

spiele, die Strahlen A d, a e, sind nähernd; b d und c e verlaufend, daher vereinigen sich, nach erlittenem doppelten Brechen, einige in einer grössern, andere in einer kleinern Entfernung hinter dem Glase, allemahl aber machen sie grössere Winkel, als wenn sie von eben denselbigen Punkten der Sache in gerader Linie herkämen. Stünde, zum Beyspiele, das Auge in h, so würde es ohne Glas die Sache unter dem Winkel A h a sehen, allein vorizt siehet es dieselbige unter dem Winkel d h e, welcher weit grösser ist.

Eben dergleichen würde zwar noch immer geschehen, woferne man annähme, das Auge habe seine Stelle in f oder in g; Allein, weil f der Vereinigungspunkt der gleichlaufenden Strahlen ist, dergleichen aber von dem zwischen a b und A B begriffenen Raume keiner herkommen kann, so kann auch die Sache, woferne anders ihre Grösse das hier angenommene Verhältniß gegen den Diameter der Linse hat, aus dem besagten Pnnkte nicht völlig gesehen werden, und noch einen kleinern Theil von ihr würde man aus dem Punkte g erblicken, indem keine andere Strahlen, als die gleich c d und c e, bey dem Auffallen verlaufend waren, dahin kommen können.

Rücket man die Sache vom Glase weiter, als bis an F, Fig. 29. weg, woselbst, wenn das Licht von jener Seite herkommet, der Brennpunkt für die gleichlaufenden Strahlen ist, so siehet man alles nur undeutlich. Denn es werden sodann, gleichwie der VII. Versuch gezeiget hat, die verlaufenden Lichtströme l m, welche von jedwedem Punkte der

sicht-

sichtbaren Oberfläche herkommen, entweder gleichlaufend oder nähernd, und habe ich bereits etlichemahl erwähnet, man sehe nicht deutlich, wenn sie auf solche Weise in ein gut beschaffenes Auge fielen, sondern sie müsten bey dem Ausfahren aus dem Glase noch etwas verlaufend seyn, folglich einen Vereinigungspunkt, wie n o, p q, haben.

Dieses ist nicht also zu verstehen, als ob man das Bild einer Sache niemahls deutlich sehen könne, wenn das Glas diese Lichtströme zum Nähern gegeneinander gebracht hat; im Gegentheile geschiehet es; aber sodann ist das Bild zwischen dem Auge und dem Glase, und es erscheinet verkehrt. Dergleichen geschiehet, wenn die Entfernung der Sache vom Glase, und des Glases vom Auge, so groß ist, daß nicht nur diejenigen Lichtströme, die sich nach geschehenem Brechen vereinigen müssen, einander vor dem Einfahren in die Linse, gleichwie bey C, Fig. 30. zu sehen, durchkreuzen, sondern, daß auch die Strahlen, daraus sie bestehen, und welche nunmehr nähernd worden sind, einander vor dem Einfahren ins Auge in einer gewissen Entfernung, z. B in a und b durchkreuzen. Bey diesen leztbesagten Vereinigungs- oder Durchkreuzungspunkten entstehet ein Bild der Sache, das man entweder mit einem weissen Kartenblate auffangen, oder auch unmittelbar sehen kann. Nur muß man in dem leztern Falle das Auge nach D, das ist, in diejenige Entfernung vom Bilde bringen, wo die Strahlen der Lichtströme schon wieder um eben so viel, oder doch beynahe, verlaufend worden sind, als sie bey dem Sehen der Sache mit blossem Auge seyn müsten. Das

Bild a b ist deswegen verkehret, weil es von Lichtströmen, die einander bey C durchkreuzet hatten, gebildet wird, denn eben deswegen wird das zu unterst vorgestellet, was an der Sache selbst das oberste ist.

Siehet man das Bild auf der Seite, wo die Sache ist, das ist, jenseit des Glases, so ist es weiter, als die Sache selbst, entfernet, denn da man jedweden Punkt der Sache, vermittelst solcher Lichtstrahlen, welche gleich n o, p q, Fig. 29. etwas von ihrem Verlaufungstriebe verlohren, wahrnimmet, so ist ihr Vereinigungspunkt f, dahin wir das gesehene setzen, weiter als dieses vom Auge entfernet. Unterdessen, da dergleichen Gläser die Sache zugleich auch vergrössern, so merket man die besagte weitere Entfernung kaum, die Ursache ist, weil wir von Natur geneigt sind, eine uns bekannte Sache für so viel näher zu achten, je grösser sie uns vorkommet. Um aber dieses Vorurtheil zu überwinden, darf man nur einen langen und schmalen Körper auf solche Weise betrachten, daß man nur ein Stük von ihm durch das Glas, das übrige aber mit blosen Augen siehet, denn da merket man es, das Bild sey weiter entfernet als die Sache selbst.

Erhabene Gläser bringen viele Strahlen ins Auge, welche ohne sie nicht hinein kämen. Es ist dieses eine nothwendige Wirkung ihrer Eigenschaft, den Verlaufungstrieb der Strahlen zu vermindern. Denn da auf diese Weise die gebrochenen Strahlen desto näher zusammen kommen, so fänget der Augapfel noch manchen auf, der ihm sonst entgangen wäre. In so ferne also, saget man mit Rechte, die Augen- oder Linsengläser liessen uns eine Sache deutlicher

licher sehen. Nichts destoweniger darf man dieses nicht dabey vergessen, daß durchaus nicht alle Strahlen, die ihre Oberfläche auffänget, ins Auge kommen, es springen im Gegentheile viele wieder ab, und gegen die Sache zurücke; Viele werden in der Dicke des Glases verschlucket, viele bey dem Ausfahren aus dem Glase in der Luft zerstreuet, also, daß nach gemachtem Ueberschlage die Menge des Lichtes, welche durch das Brechen ins Auge geschafft wird, den erlittenen Abgang nach gemachtem Ueberschlage kaum ersetzen möchte.

Weil die Wirkung des Strahlenbrechens nicht bey allen und jeden von der Sache und ihren Theilen ins Auge fallenden Lichtströmen, eben dieselbige ist, so erscheinet eine Sache, durch ein Linsenglas betrachtet, öfters sehr ungestaltet, absonderlich, wenn selbige groß, und das Glas stark erhaben ist; denn in einem solchen Falle befinden sich die Punkte der brechenden Oberfläche, von den Punkten, daher die Strahlen kommen, gar selten allemiteinander gleichweit entfernet, folglich wird das Verlaufen derjenigen Strahlen, welche das Bild der besagten sichtbaren Punkte ins Auge mahlen, bey einigen mehr, bey andern weniger geschwächet, und das Auge sezzet also diese Punkte in solche Entfernungen, welche ganz ein anderes Verhältniß, als an der Sache selbst, unter sich haben. Eben dieselbige Ursache, welche die Gestalt der Sache verändert, kann auch verursachen, daß einige Theile derselbigen höchst undeutlich erscheinen, ohnerachtet man die übrigen auf das Deutlichste siehet. Haben die Gläser einen kurzen Brennpunkt, so merket man dieses absonderlich

an den äussersten Enden des Bildes. In einem solchen Falle muß man das, was oben schon erwähnet wurde, erwägen, nämlich, daß die Strahlen, die nahe am Rande des Linsenglases gebrochen werden, mit denen in der Mitte oder ohnweit der Achse gebrochenen, sich nicht genau vereinigen.

## Siebender Fall.

### Wenn gleichlaufende Strahlen aus einer dünnen Materie in eine dichte mit eingebogener Oberfläche fahren.

## VIII. Versuch.

### Anstalt.

Man gebrauchet sowohl bey diesem, als bey den folgenden beeden Versuchen, noch immer das Kästgen, das die 9. Figur vorstellet. Anstatt aber den walzenförmigen Lichtstrom auf das ausgebogene Glas, das in die eine schmale Seite des Kästgens eingesetzet ist, fallen zu lassen, leitet man ihn in die Höhlung des zweyten, an der andern schmalen Seite befindlichen Glases, also, daß er auf einer innerhalb des Kästgens, vertical aufgerichteten Tafel eine Lichtscheibe bildet, den Durchmesser dieser Lichtscheibe misset man, und füllet sodann das Kästgen, wie gewöhnlich, mit Wasser.

## Erfolg.

Sobald man Wasser ins Kästgen giesset, breitet sich der Lichtstrom, so weit er durch das Wasser gehet, weiter aus, und die von ihm auf der Tafel gebildete Scheibe wird um soviel grösser, je weiter man die Tafel von der brechenden Fläche wegrücket. Man sehe die 31. Figur.

# Achter Fall.

**Wenn nähernde Strahlen aus einer dünnen Materie in eine dichte mit eingebogener Oberfläche fahren.**

## IX. Versuch.

### Anstalt.

Hat man das Wasser abgelassen, so lässet man eben an dem Orte als vorhin, verschiedene, bald mehr, bald weniger nähernde, und denen im VI. Versuche ähnliche Lichtströme, einen nach dem andern einfahren, bemerket, wie weit die Spitze eines jedweden Lichtkegels reiche, und giesset Wasser ein.

### Erfolg.

Der Näherungstrieb nurbesagter Lichtkegel mag so groß seyn als er will, so verlängern sich doch, sobald das Kästgen gefüllet

ist, ihre Spitzen um ein Merkliches; Gleichfalls bemerket man, es weiche ihre Gestalt von der sonst gewöhnlichen ab; denn sie werden bey dem Einfahren ins Wasser dünner, als wenn ihre Einfassungslinien von der Grundfläche bis an die Spitze schnurgerade fortliefen. Fig. 32. Stellet man Strahlen von einem geringern Näherungstriebe auf eben dergleichen Probe, so fahren sie immer weiter und weiter auseinander, werden gleichläufig, ja endlich gar verlaufend.

## Neunter Fall.

### Wenn verlaufende Strahlen aus einer dünnen Materie in eine dichtere mit eingebogener Oberfläche einfahren.

## X. Versuch.

### Anstalt.

Ist alles, wie bey dem vorigen Versuche, veranstaltet worden, so rücket man das Kästgen so weit zurücke, bis die Spitze des Lichtkegels, wo die Strahlen sich durchkreuzen, und verläufig zu werden beginnen, ganz genau in den Mittelpunkt der Glashölung trifft. Die Grundfläche des Kegels fänget man in einer Entfernung von 7 bis 8 Zollen innerhalb des Kästgens mit einer vertical stehenden Tafel auf,

misset den Durchschnitt der Scheibe, und giesset Wasser ein.

Eben dieser Versuch wird noch zweymahl wiederholet, doch mit dem Unterscheide, daß man erstlich das Kästgen näher an den Punkt C rükket, hernach aber weiter, als er bey dem allererstten Versuche war, davon entfernet.

## Erfolg.

In dem ersten Falle wird nach eingegossenem Wasser, weder die Grösse der Lichtscheibe, noch die Gestalt des Lichtkegels verändert.

Im zweyten wird die Grundfläche des Kegels im Wasser schmäler, als sie in der Luft war.

Im dritten wird sie grösser; Auch verliehret sowohl in diesem, als im vorigen Falle, der Kegel etwas von seiner gewöhnlichen Gestalt, gleichwie die 33. Figur bey P und E zeiget.

Diese drey Versuche beweisen:

1. Wenn gleichlaufende Strahlen aus einer dünnern Materie in eine dicke mit eingebogener Oberfläche fahren, so werden sie verlaufend.

2. Nähernde Strahlen verliehren etwas von ihrem Näherungstriebe.

3. Verlaufende Strahlen leiden kein Brechen, wenn der Mittelpunkt der Ausrundung zugleich auch der Punkt ist, wo sie sich auszubreiten beginnen. Kommen sie aus ei-

ner grössern Entfernung, als vom besagten Mittelpunkte her, so werden sie noch verlaufender, beginnen sie hingegen in einer grössern Nähe sich auszubreiten, so verlieren sie etwas von ihrem Verlaufungstriebe.

## Ursache.

In dem VIII. Versuche werden die gleichlaufenden Strahlen bey ihrem Einfahren ins Wasser deswegen verlaufend, weil sie aus einer dünnen Materie herkommen, und auf eine ihrer Krümme wegen, schief gegen sie stehende Oberfläche einer dichten Materie fallen, folglich nach dem Brechen, sich den Linien C f, C g, Fig. 34. welche die verlängerten radii der Aushöhlung, mithin gegen die Oberfläche b h e, senkrecht sind, nähern. Da nun mit allen um die Achse C h befindlichen Lichtstrahlen ein gleiches vorgehet, so entstehet daraus eine kegelförmige Figur, mit einer breitern Grundfläche, als die von den einfallenden Strahlen gebildete Walze a b d e hatte.

Der IX. Versuch lehret, es verlöhren nähernde Strahlen, wie a b, d e, Fig. 35. bey dem Durchfahren durch Wasser, etwas von ihrem Näherungstriebe. Es muß dieses nothwendiger Weise also erfolgen, weil die gebrochenen Strahlen b i, e i, den senkrechten Linien C f, C g, sich nähern. Je schwächer nun der Näherungstrieb der auffallenden Strahlen ist, desto merklicher muß das Entfernen der gebrochenen Strahlen von einander werden, und kann es damit, wie leicht zu erachten, so weit kommen,

men, daß sie gleichlaufend, ja gar verlaufend werden.

Endlich so zeiget der X. Versuch, daß solche Strahlen, wie C f, C g Fig. 36. bey dem Einfahren aus der Luft ins Wasser deswegen nicht gebrochen werden, weil sie in dem Mittelpunkte C, der hohlen Oberfläche b h e, zu verlaufen beginnen. Denn da sie zwischen besagtem Mittelpunkte und der Oberfläche als l a d, C b, C e, u. s. w. der Ausrundung anzusehen sind, so fallen sie senkrecht auf die Oberfläche, und sind folglich von allem Brechen befreyet. Beginnen sie aber gleich k b oder l b, in einer grössern Nähe bey der Oberfläche, oder in einer grössern Entfernung von ihr, als der Mittelpunkt C beträget, zu verlaufen, so werden sie freylich, und zwar gegen die senkrechte Linie b f, gebrochen, um welcher Ursache willen, im ersten Falle die gebrochenen Strahlen von dem Verlaufungstriebe der auffallenden Strahlen etwas verlieren, dahingegen im zweyten Falle, gerade das Gegentheil erfolget.

## Nutzen.

Die Natur zeiget uns wohl wenige Beyspiele von einem solchen Brechen des Lichtes, das bey dem Einfahren aus der Luft in einen dichtern Körper mit einer oder zwo eingebogenen Oberflächen vorgienge. Denn das Wasser hat an sich selbst, gleich allem was flüßig und dabey durchsichtig ist, beynahe allemahl eine ebene Oberfläche; Stehet es aber in einem Gefässe oder Brunnbecken mit ausgerundetem Boden, so wird es uns nimmermehr dergleichen Wirkungen,

als

als bisher erkläret worden, zeigen, es sey denn besagter Boden selbst, so dünne und durchsichtig, daß er solchen Strahlen, die aus einer grossen Entfernung herkommen, den Durchgang verstatten könne. Die Kunst hingegen bringet Körper von solcher Durchsichtigkeit und Gestalt, als das Verdünnen der Strahlen erfordert, hervor, und zwar in der Absicht, damit man die Richtung, welche die Strahlen natürlicher Weise gegeneinander haben, in gewissen Fällen verändern könne. Dahin gehören die Gläser, welche auf einer Seite hohl, auf der andern flach sind, ingleichen die auf beeden Seiten hohlgeschliffenen.

Das Merkwürdigste, was dergleichen Gläser zu wege bringen, bestehet in dreyen Stücken. Sie zeigen nämlich eine Sache kleiner als sie wirklich ist, und näher, als sie dem blossen Auge erscheinen würde, nur aber mit geringerer Deutlichkeit. Damit es aber desto leichter falle, diese Erscheinungen aus dem vorausgeschikten Versuche, zu erläutern, so wollen wir annehmen, es sey nicht nur die Höhlung besagter Gläser kugelicht, gleichwie sie denn gemeiniglich in der That also zu seyn pfleget, sondern sie sey auch auf einer Seite so tief als auf der andern. Die 3^te. Figur stellet ein solches Glas vor, als ob es nach der Achse seiner Ausrundung durchschnitten wäre.

Alles was den Näherungstrieb der Strahlen, welche von den äussersten Enden einer Sache ins Auge fallen, vermindert, das vermindert nothwendiger Weise zugleich auch die scheinbare Grösse derselbigen Sache, denn es verursachet, daß man sie

unter

unter einem desto kleinern Winkel siehet. Eben dieses nun, thut ein Hohlglas. Denn es werden, vermöge des IX. Versuches, die Strahlen A d, und B e, welche ihren natürlichen Vereinigungspunkt in D haben, bey dem Durchfahren des Glases weniger nähernd, als sie bey dem Einfahren waren. Trifft es nun zu, daß der Vereinigungstrieb der gebrochenen Strahlen genau nach dem Mittelpunkte der jenseitigen Höhlung F zielet, so fahren sie zwar, ohne das geringste Brechen zu erleiden, aus dem Glase, allein die scheinbare Grösse der Sache wird nichts destoweniger vermindert. Man siehet die Sache unter dem Winkel a F b, dahingegen sahe man sie, wenn das Glas nicht dazwischen stünde, unter dem weit grössern Winkel A F B.

Zielen aber die gebrochenen Strahlen d f, e g, mit ihrer Vereinigung nach einem weiter als F entferneten Punkte, so wird der Sehewinkel noch kleiner. Denn indem besagte Strahlen aus dem Glase in die Luft fahren, werden sie zum zweytenmahle, und zwar von den senkrechten Linien p p, q q, weg, gebrochen, auf welche Weise sie von ihrem vor dem Ausfahren gehabten Näherungstriebe etwas verliehren.

Endlich, so kann auch bey den Strahlen d f, e g, der Näherungstrieb nach dem ersten Brechen noch so groß bleiben, daß er auf einen nähern Vereinigungspunkt als F, abzielet, welches denn ein zweytes, und zwar gegen das vorige widersinnisches Brechen, verursachen muß. Indem aber der Winkel, den die Strahlen d f, e g, bey ihrem Auffallen mit der Luftoberfläche G H I machen, niemahls so schief

seyn kann, als er, woferne anders der gegenwärtige Fall Plaz haben solle, bey dem Auffallen der Strahlen A d, B e, auf die Glasoberfläche C K E seyn muß, so ist das zweyte Brechen nothwendiger Weise allemahl weit schwächer als das erste, folglich ausser Stande, dasselbige zu ersetzen.

Gleichfalls verringern die Hohlgläser die scheinbare Entfernung der gesehenen Sache, darum, weil, vermöge der 3 Folgerungen aus dem X Versuche, die verlaufenden Strahlen, welche jedweden Punkt der Sache sichtbar machen, bey dem Durchfahren durchs Glas sich weiter voneinander entfernen. Daher es denn kommet, daß der leuchtende Punkt A, Fig. 38. von dem Auge nach a gesezzet wird.

Nun kann es zwar, vermöge der beeden ersten Folgerungen des besagten Versuches, wohl geschehen, daß die Strahlen, wenn sie in gewisser Weite von dem strahlenden Punkte auf eine eingebogene und brechende Oberfläche, z. B. auf Wasser, Glas u. s. w. fallen, bey dem Durchfahren durch die dichte Materie, nicht nur keinen grössern Verlaufungstrieb bekommen, sondern wohl gar etwas davon verliehren: Es hat aber dergleichen Fall nie Statt, wenn das Licht die ganze Dicke eines mit zwo eingebogenen Oberflächen versehenen Glases durchfähret, und seine Bewegung hernach in der Luft fortsetzet. Denn gesezt, der leuchtende Punkt habe seine Stelle im Mittelpunkte einer von beeden ausgerundeten Oberflächen C E, Fig. 39. und es führen um dieser Ursache willen die Strahlen A b, A c, ungebrochen bis an die zweyte Oberfläche G H, so bekommet doch ihr Einfahren in die Luft nothwendi-

wendiger Weise eine Schiefe, und sie werden bey dem Brechen ohnstreitig von den senkrechten Linien F p, F q, weggebogen, bey welchen Umständen denn, man sie dafür ansiehet, als ob sie von a, das ist, von einem nähern als dem wirklichen Punkte herkämen.

Kommen sie aber von einem nähern, als dem Punkte A, und verliehren, vermöge der 2. Folgerung, bey dem Einfahren ins Glas, etwas von ihrem Verlaufungstriebe, so fallen sie unter einer so grossen Schiefe auf die zweyte Oberfläche, daß ihnen das zweyte Brechen von besagtem Triebe mehr von neuem beyleget, als ihnen das erste benahm. Man betrachte nur, um sich dieses deutlich vorzustellen, die 40. Figur, und bemerke, daß die ausfahrenden Strahlen d e, f g, aus K herzukommen scheinen, dieser Punkt aber dem Glase näher sey, als derjenige, von welchem sie wirklich ausfuhren.

Ist das Glas auf einer Seite hohl, auf der andern flach, so erzeiget es, soviel das Sehen betrift, eben dergleichen, nur aber bald stärkere, bald schwächere Wirkung, als ein gedoppelt hohles. Bleiben nämlich die Strahlen wie d e, Fig. 41. nach dem ersten Brechen noch immer nähernd, wie zuvor, so werden sie, wegen ihres schiefen Auffallens auf die platte Oberfläche G H, zum zweytenmahle und zwar gegen die andere Seite, als das erstemahl, nur aber schwächer gebrochen, darum, weil ihr Auffallen bey e, keine so grosse Schiefe hat, als das Auffallen des Strahles b d, auf die hohle Oberfläche C E, folglich der ausfahrende Strahl e f, allemahl einen ge-

rin-

ringern Näherungstrieb gegen die Achse A F behält, als er vor dem Berühren des Glases hatte.

Die verlaufenden Strahlen betreffend, wenn solche aus dem Mittelpunkte der Höhlung herkämen, und ihren Weg in gerader Linie bis an die ebene Oberfläche, wie A c, fortsetzeten, so müsten sie freylich, weil sie unter einem schiefen Winkel auf G H auffallen, sich brechen, und dieses Brechen würde, wie aus der Figur zu ersehen, ihren Verlaufungstrieb vermehren.

Endlich, so ist auch eben dieselbige Wirkung da, es mag übrigens das Licht auf der hohlen oder auf der platten Oberfläche des Glases einfallen. Kommet der Strahl von dem Punkte F, so bricht er sich zweymahl, nämlich in h und g, und weichet um soviel als A I, von der Achse A F, weg. Fähret er von dem Punkte A aus, so bricht er sich zwar nur ein einzigesmahl, nämlich in c, allein so stark, daß er nach i kommet. Dergestalt thut dieses einzige Brechen so viel, als das gedoppelte, und es findet diese Ausgleichung in allen übrigen Fällen nicht weniger Plaz, es mag nun ein gedoppeltes Brechen gegen ein einfaches, oder es mag auf einer Seite, wie auf der andern, ein gedoppeltes vorhanden seyn.

Was den Grad der Deutlichkeit betrift, so ist offenbar, er müsse durch die Hohlgläser einige Verminderung leiden, denn da sie den Verlaufungstrieb des Lichts vermehren, so werfen sie nicht so viele Strahlen in den Augapfel, als er ohne ihre Dazwischenkunft aufgefangen hätte.

XVII.

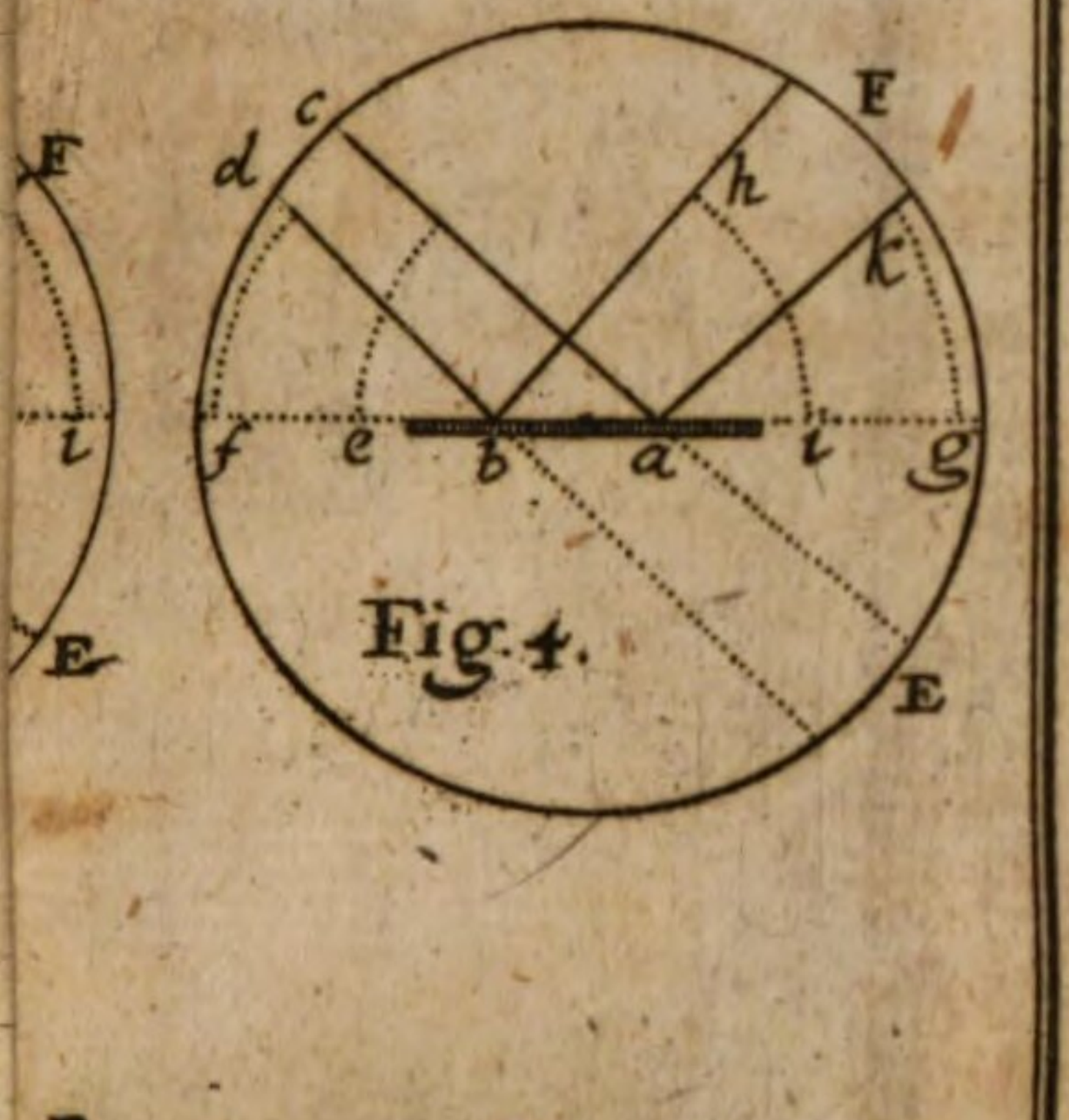



Fig. 4.

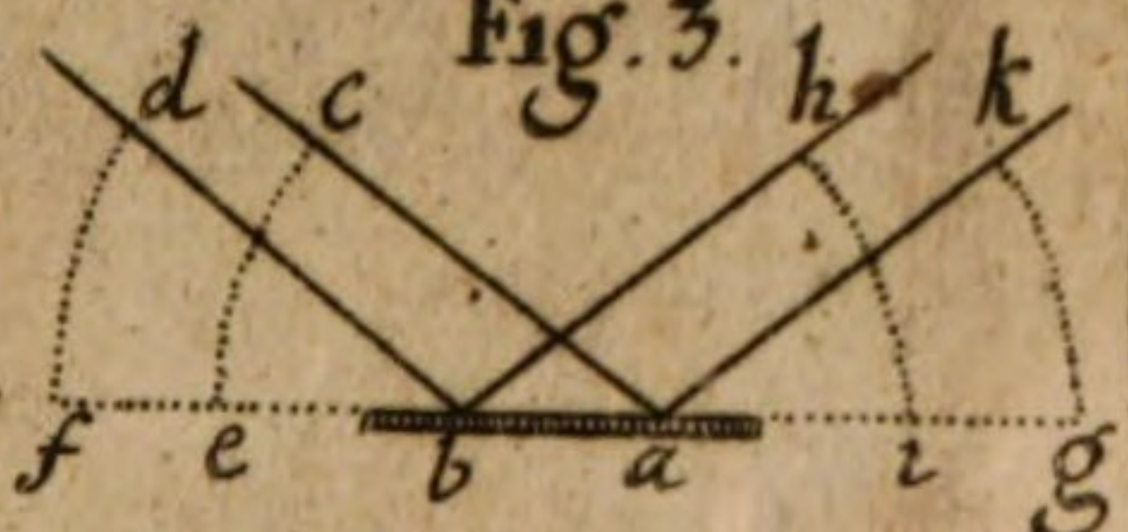



Fig. 3.

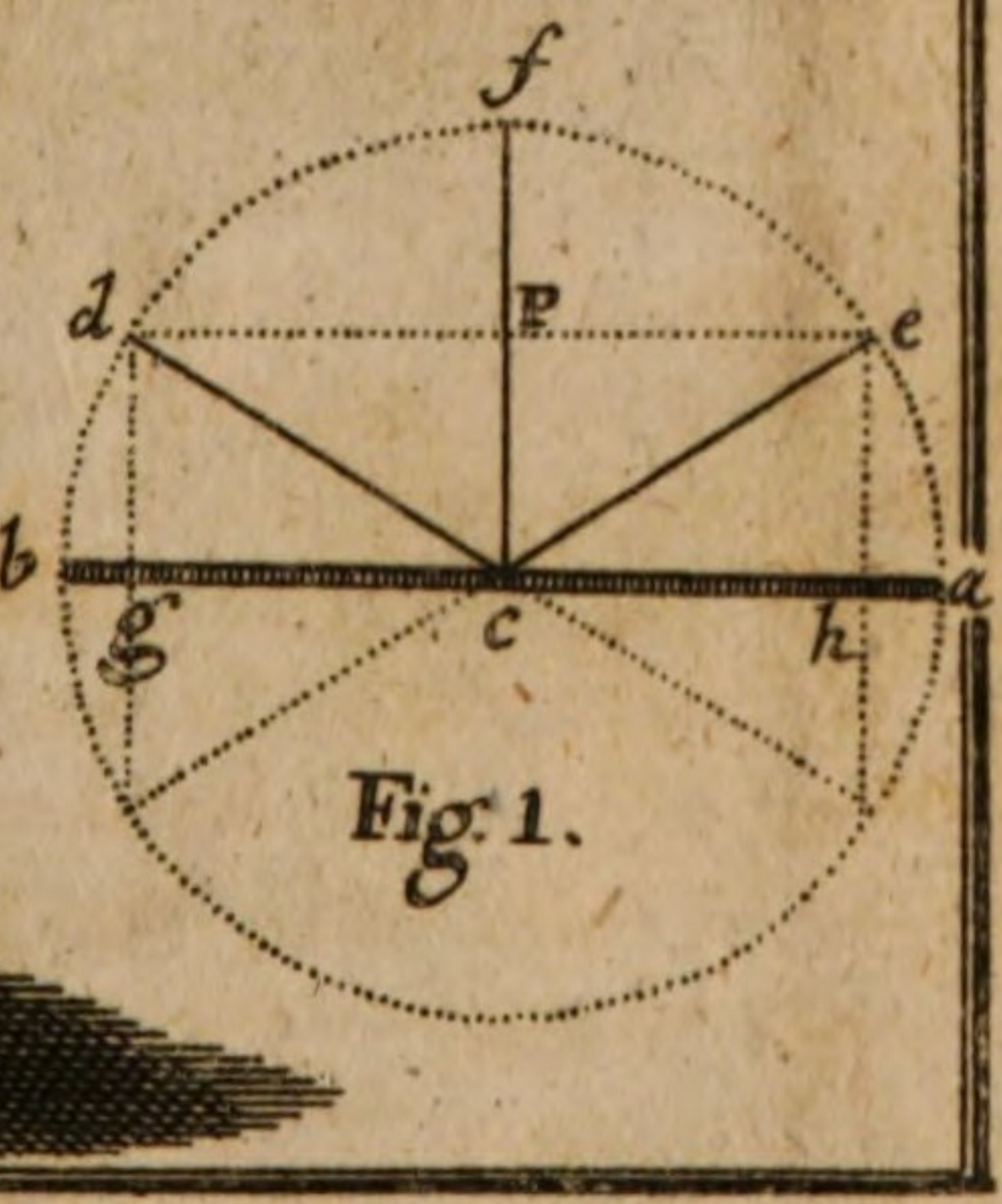



Fig. 1.

2
ri
al
ch
ur
D
lic
au
wi
tri
es
de
me
zw
vie
vo
ein
er
B
di
ge
ei
de
fe
m
d

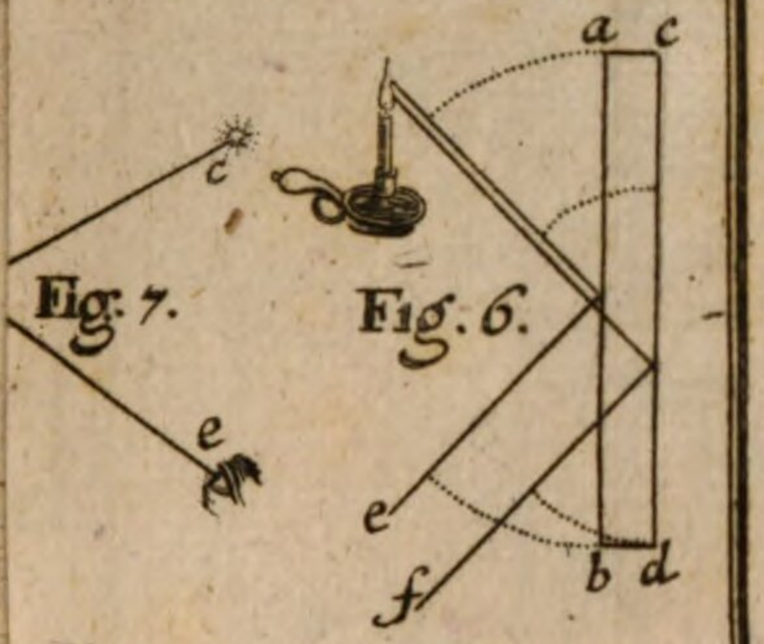



Fig. 7.

Fig. 6.

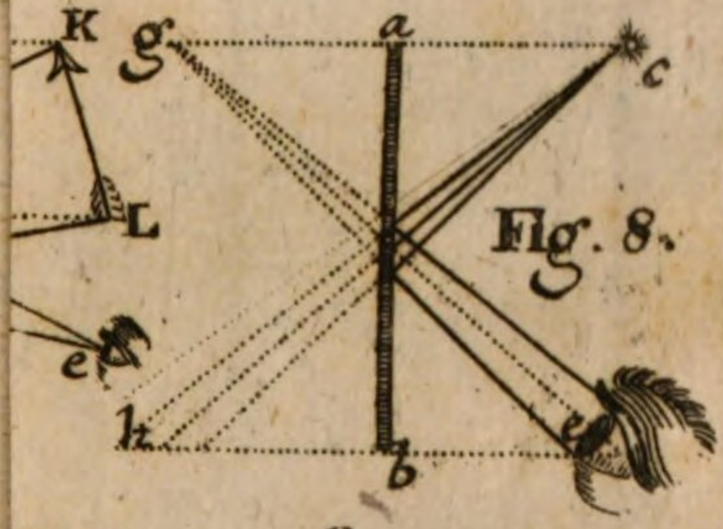
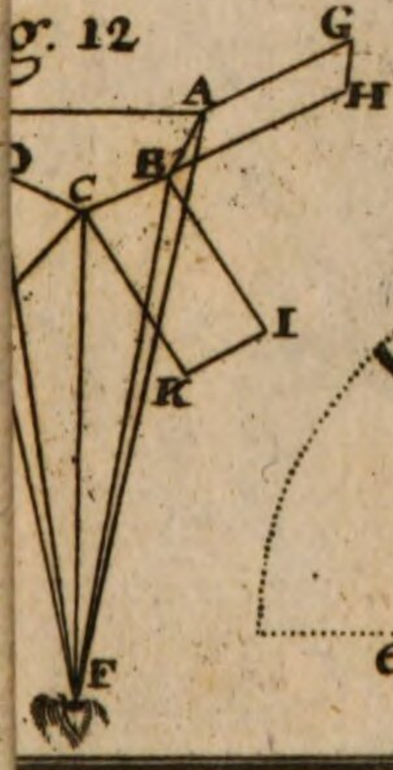



Fig. 8.



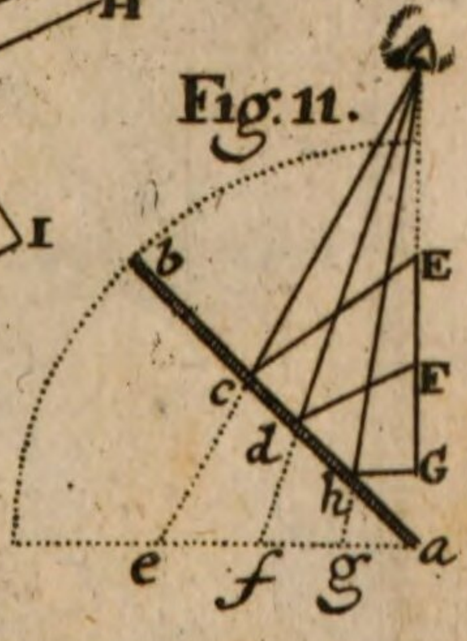




Fig. 11.

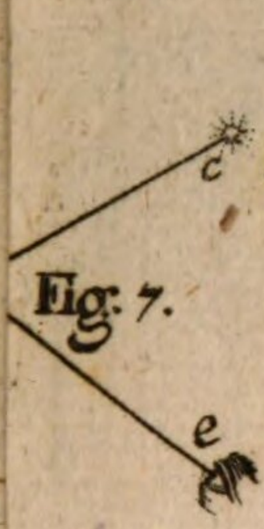



Fig. 7.

Fig. 6.

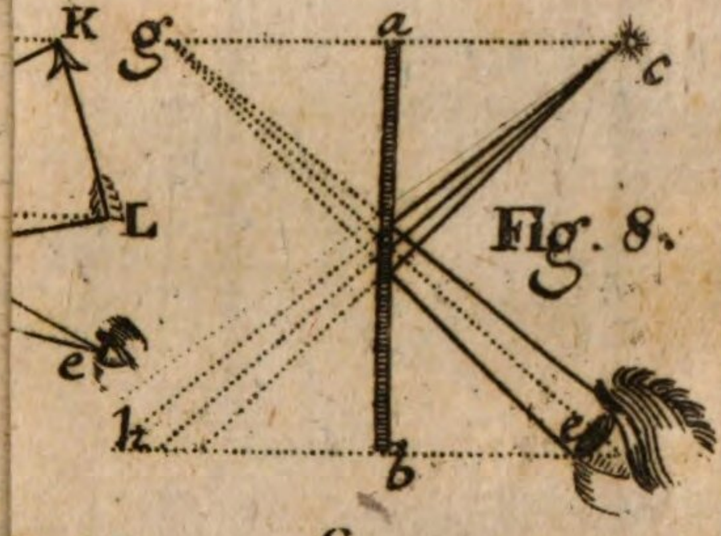



Fig. 8.

g. 12

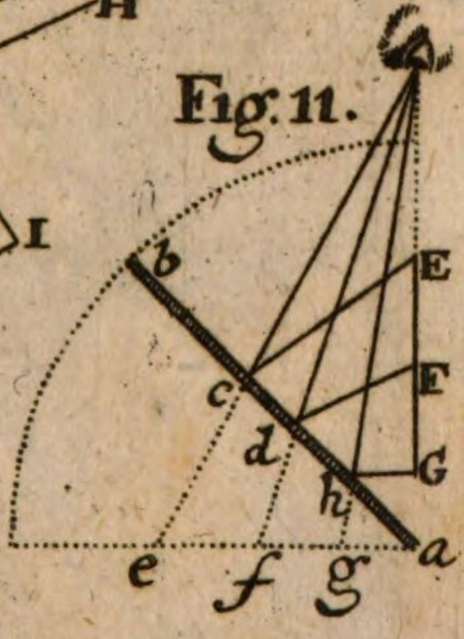



Fig. 11.

TAB: II

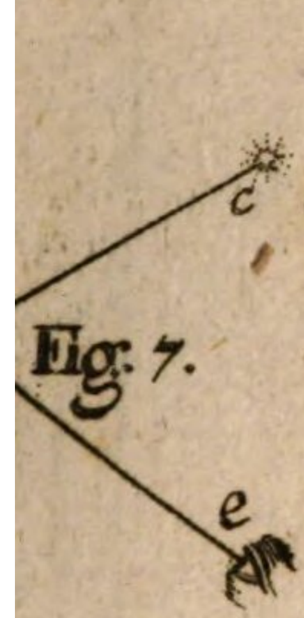



Fig. 7.

Fig. 6.

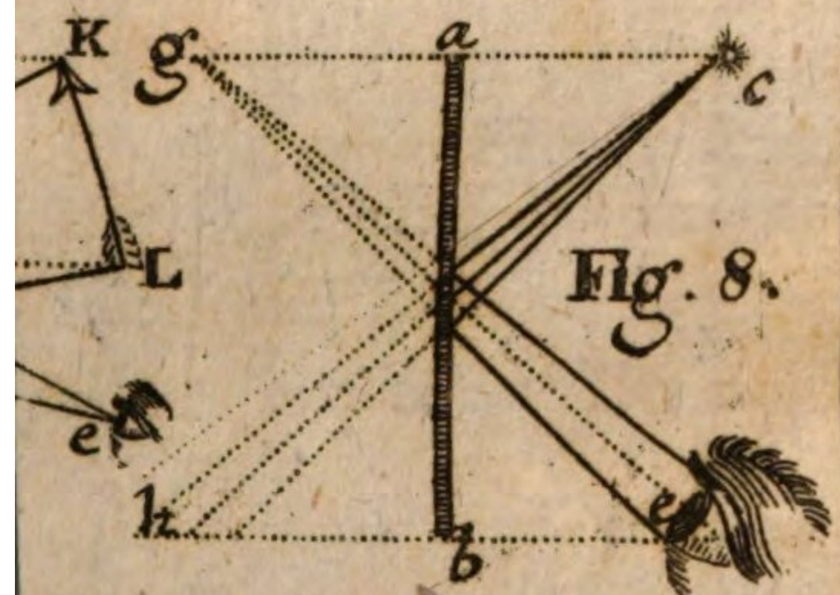



Fig. 8.

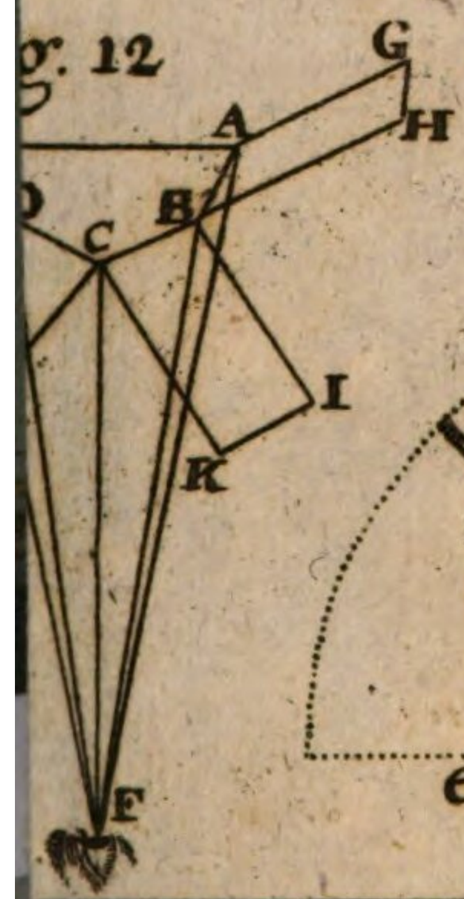



Fig. 11.

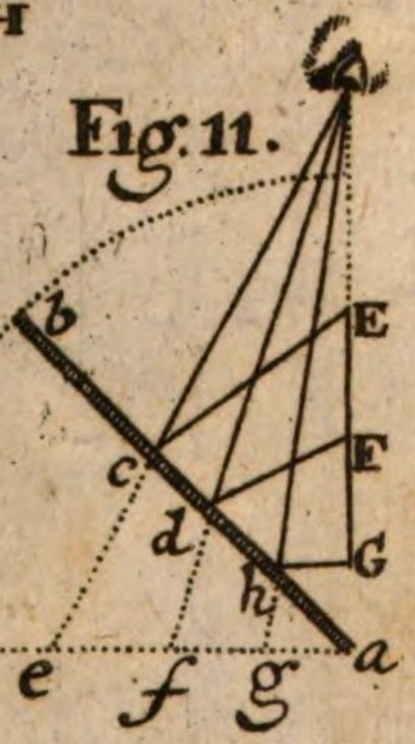


Fig. 13.

Fig. 14.

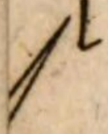
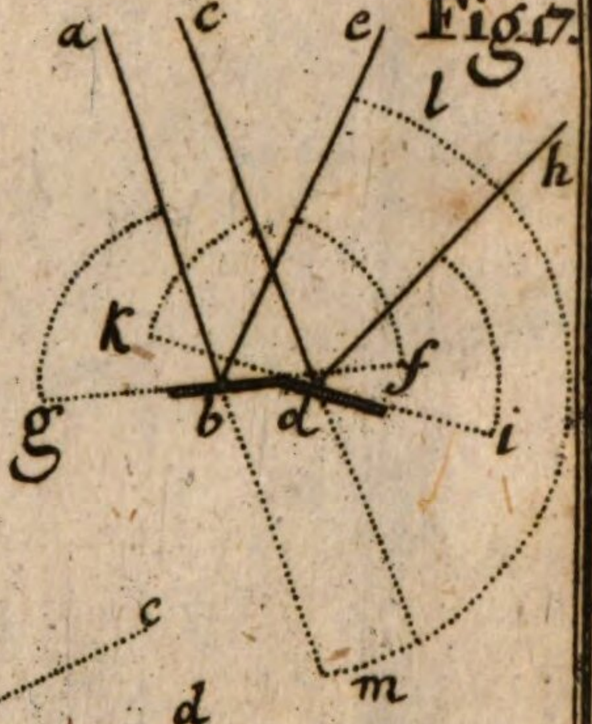



Fig. 17.



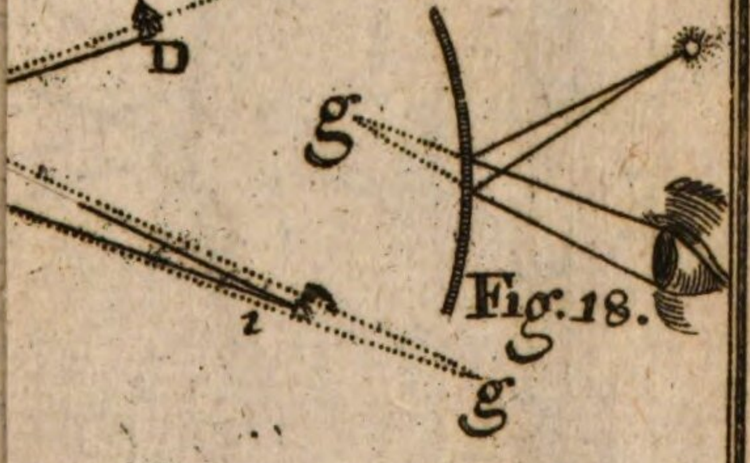



Fig. 18.

TAB: II.

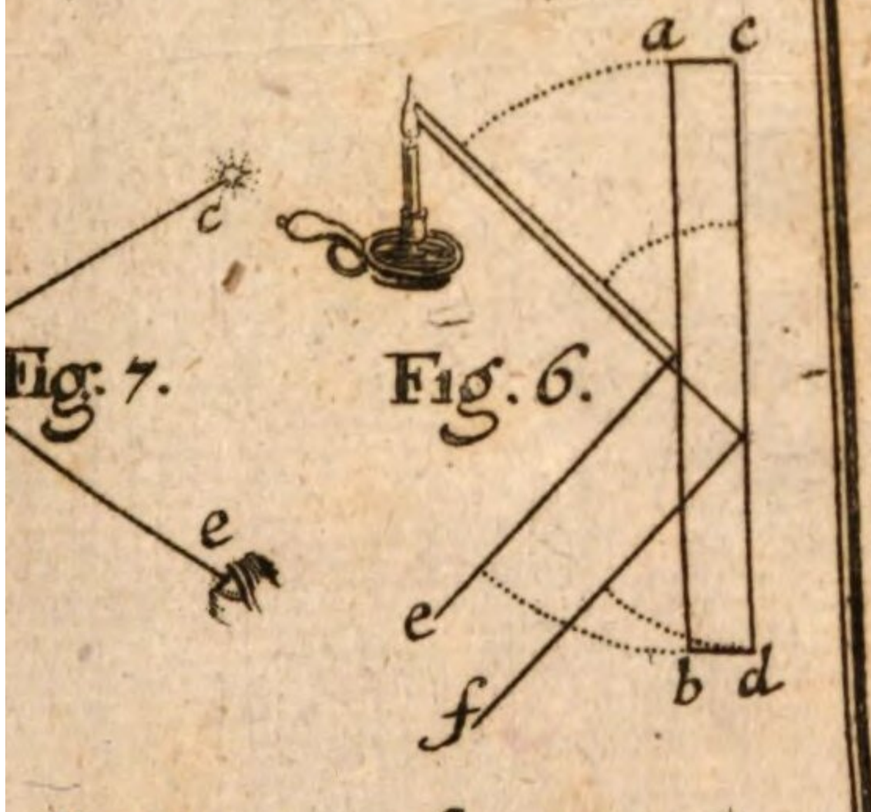



Fig. 7.

Fig. 6.

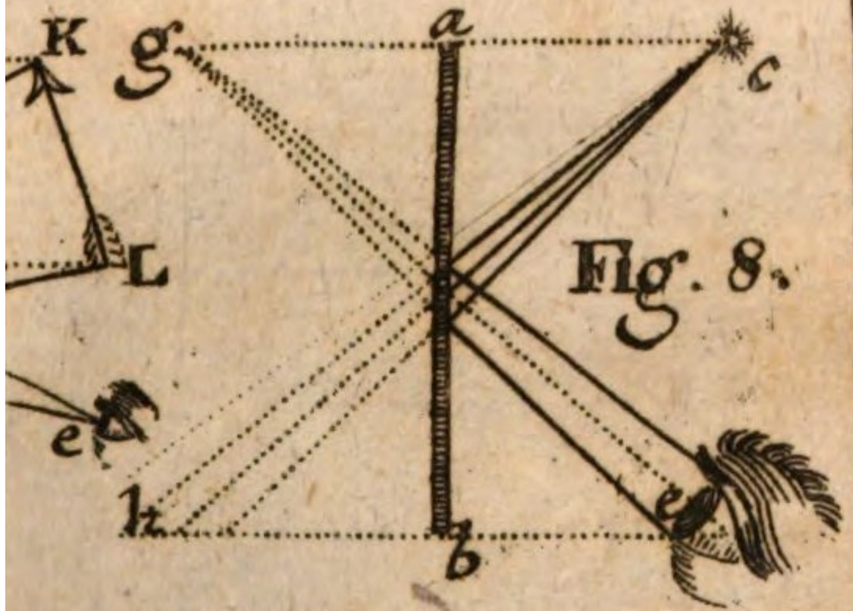
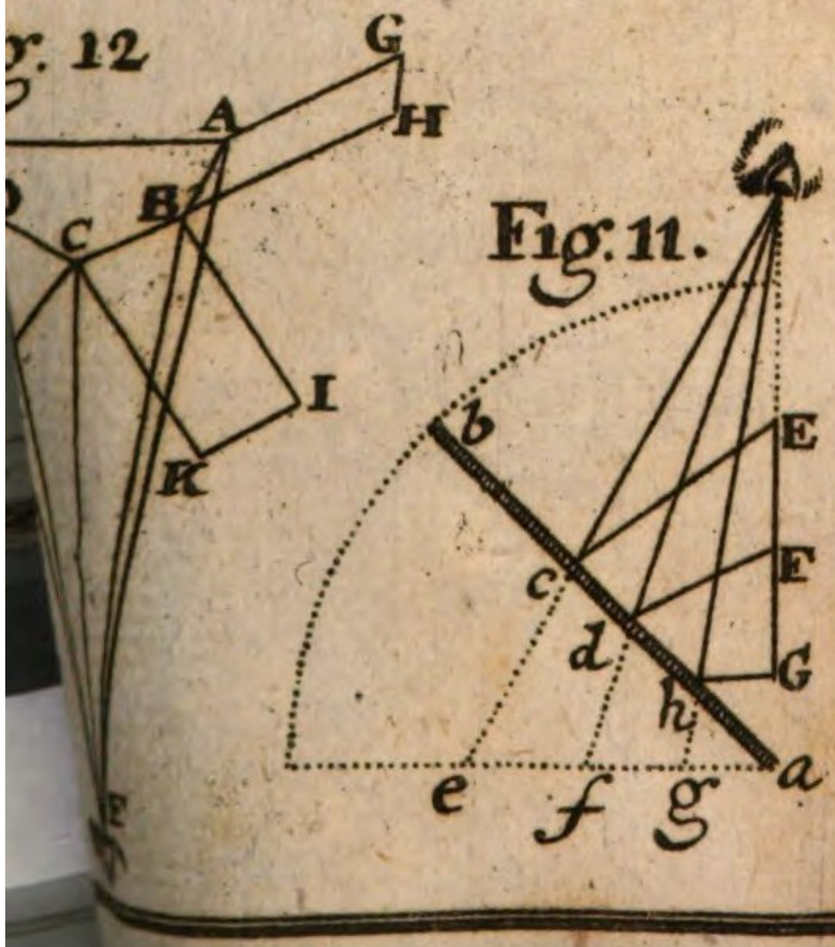



Fig. 8.




g. 12

Fig. 11.

Fig. 13.

Fig. 14.

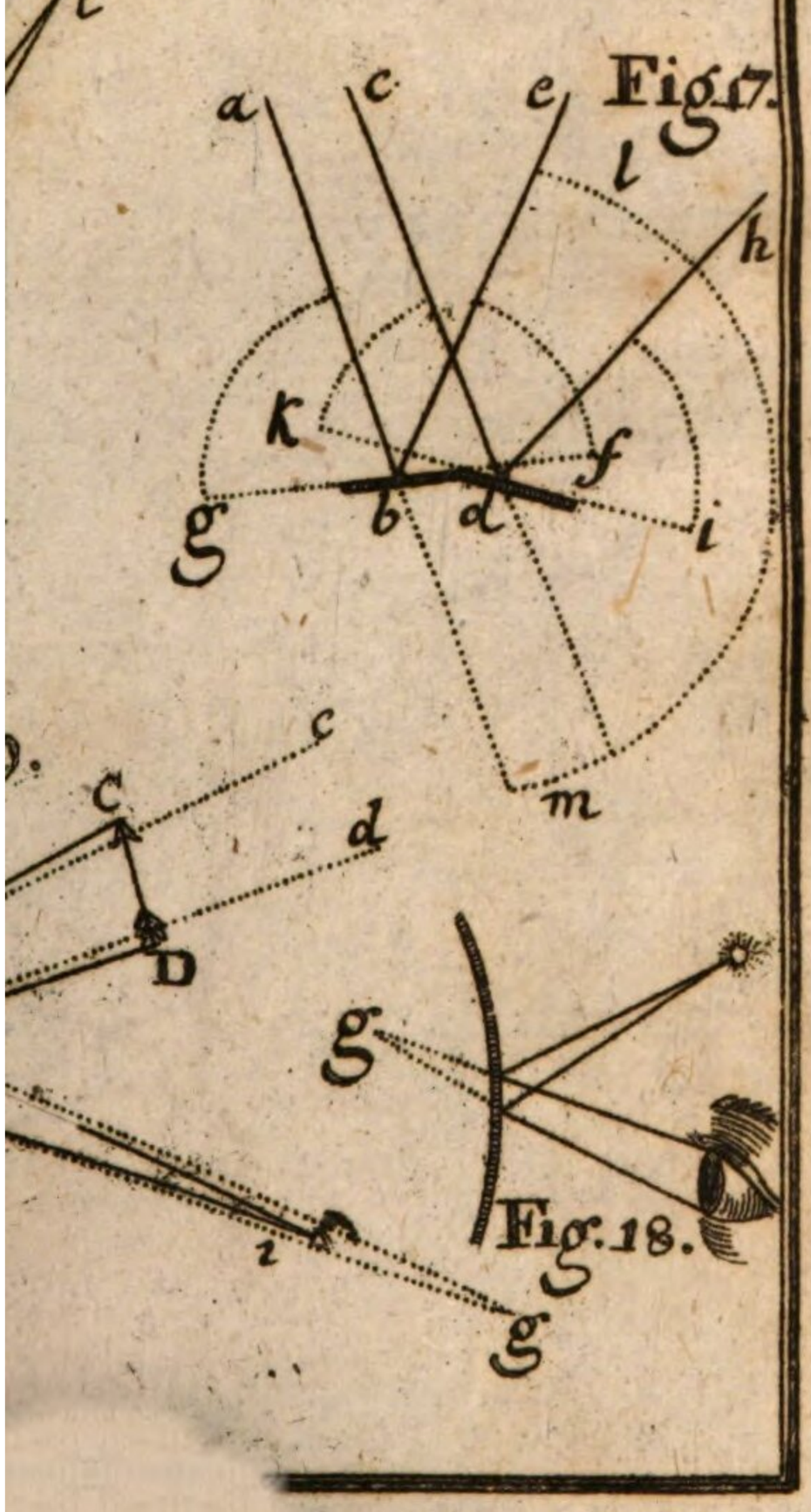



Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 20.

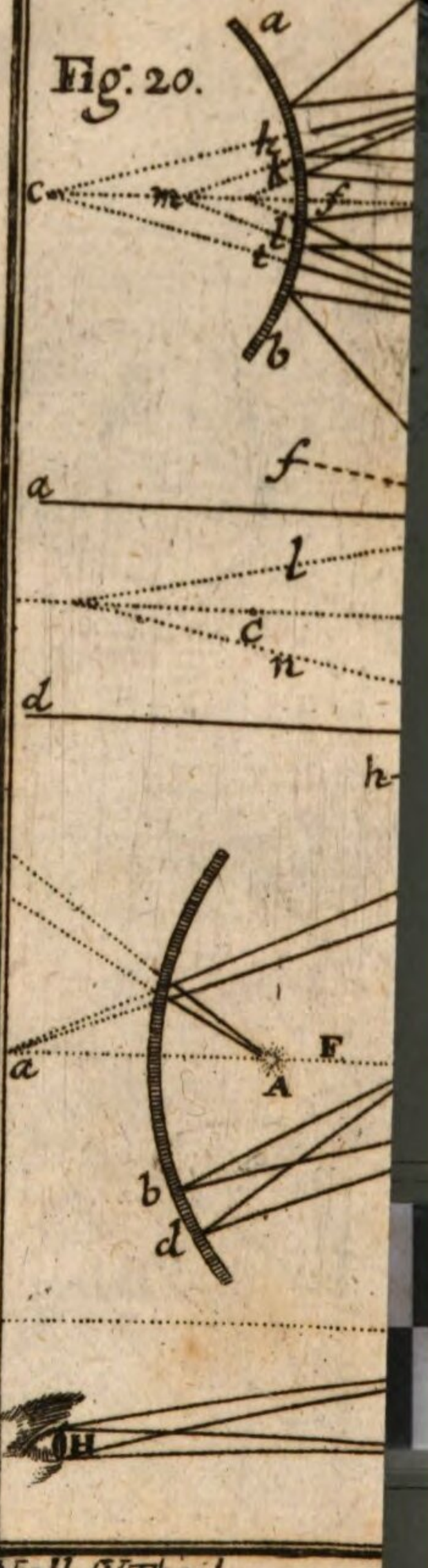


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 17.

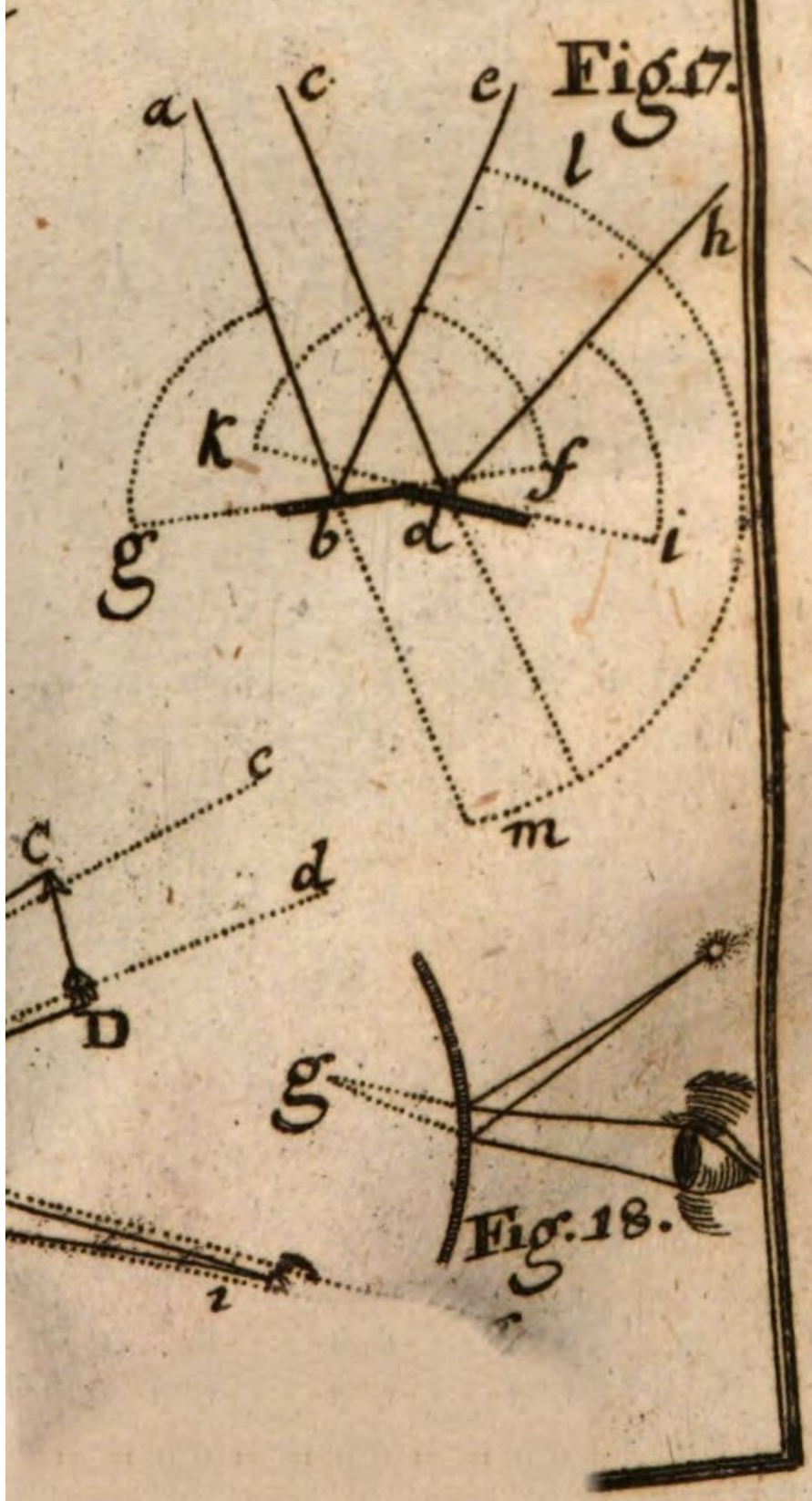



Fig. 18.

Fig. 20.

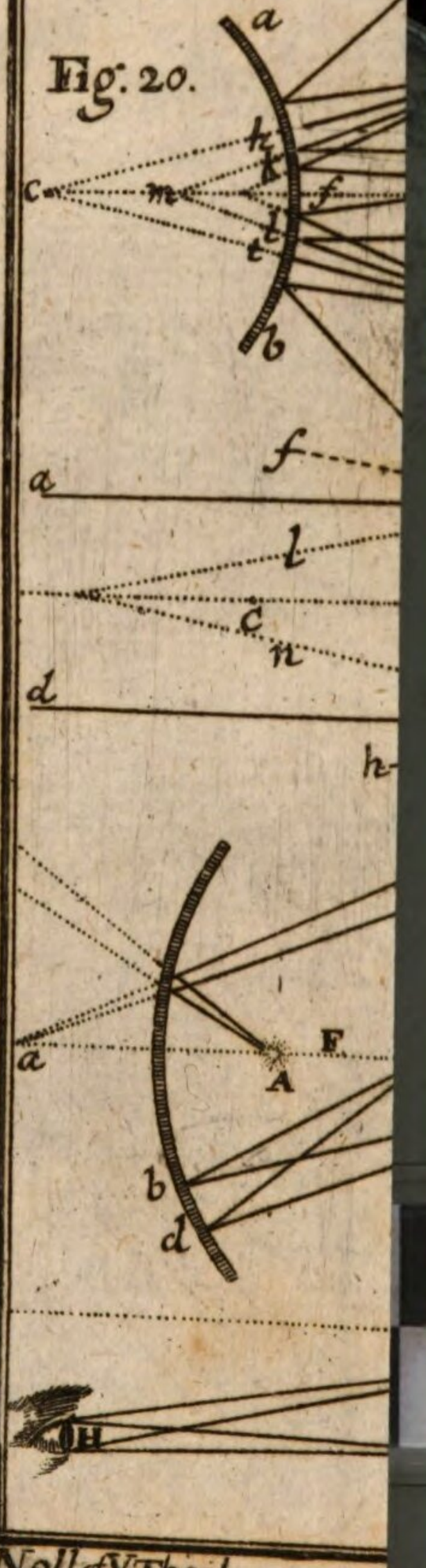


Fig. 21.

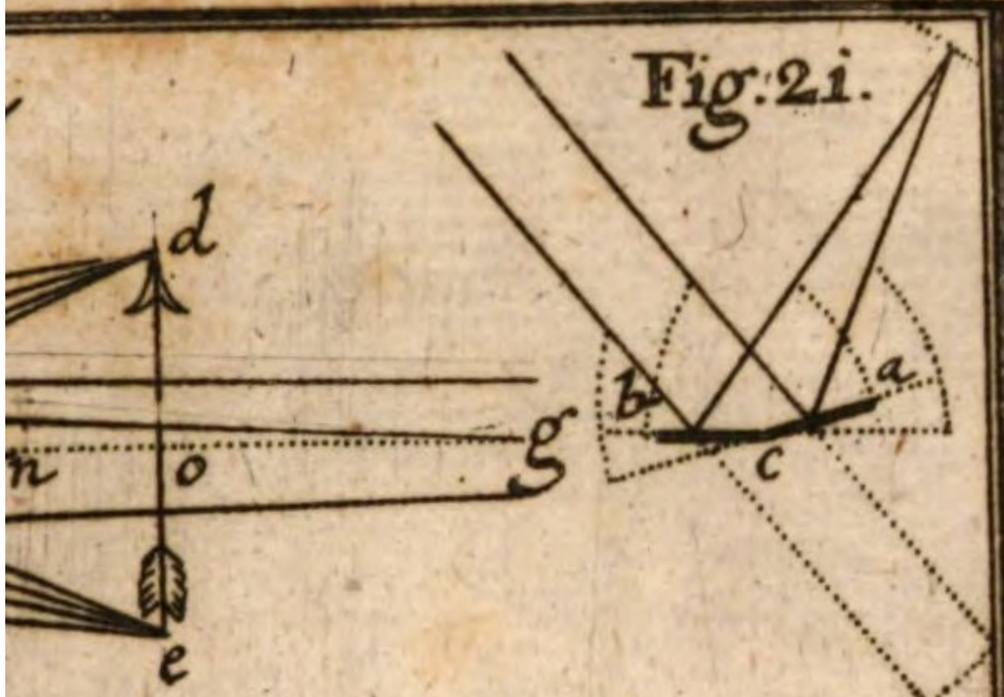



Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

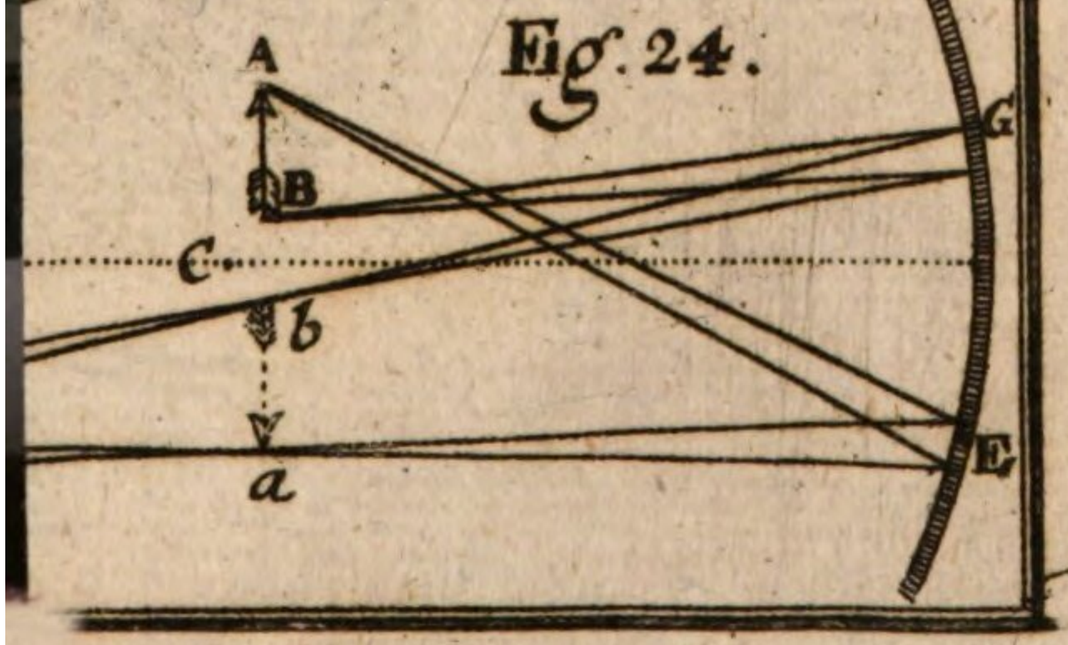


Fig. 21.

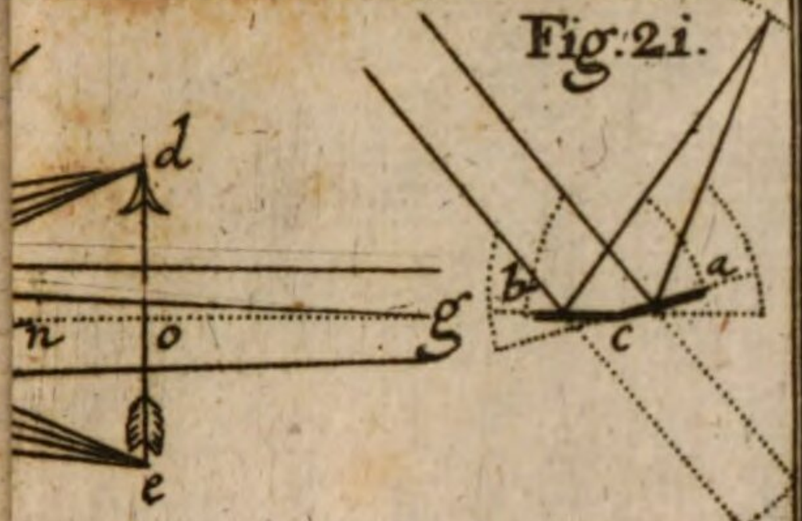



Fig. 22.

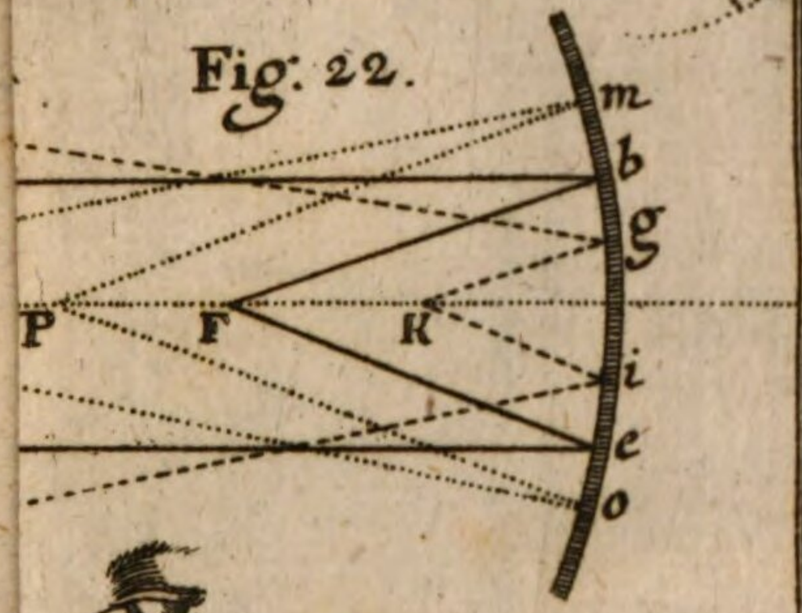



Fig. 23.

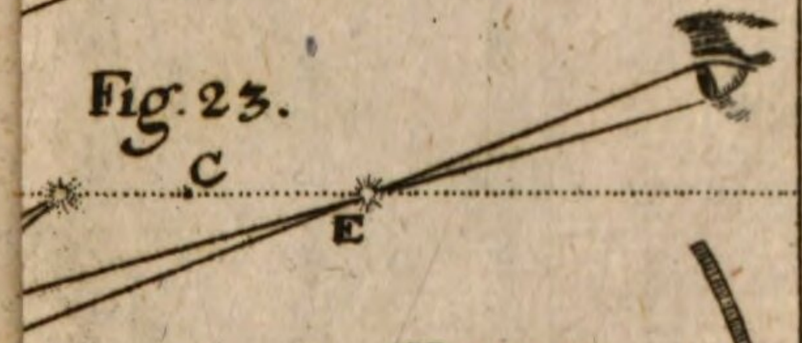



Fig. 24.

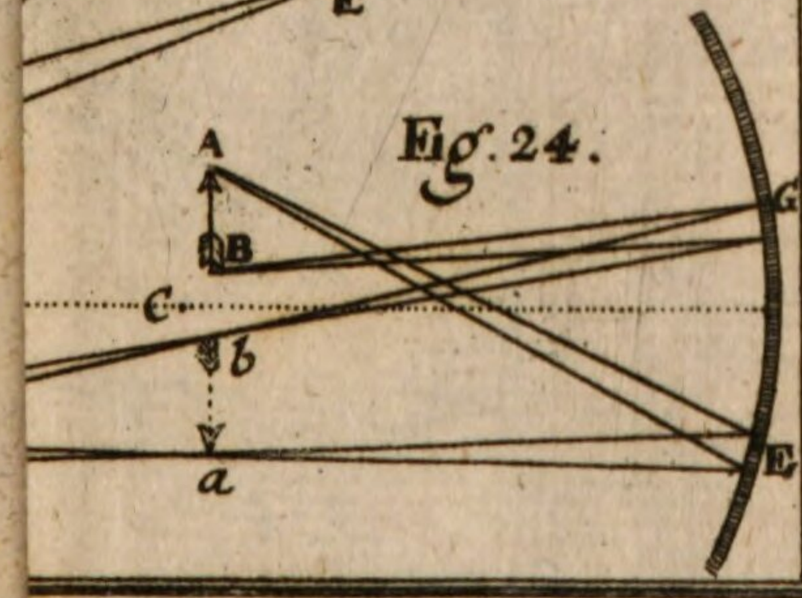


Fig. 25.

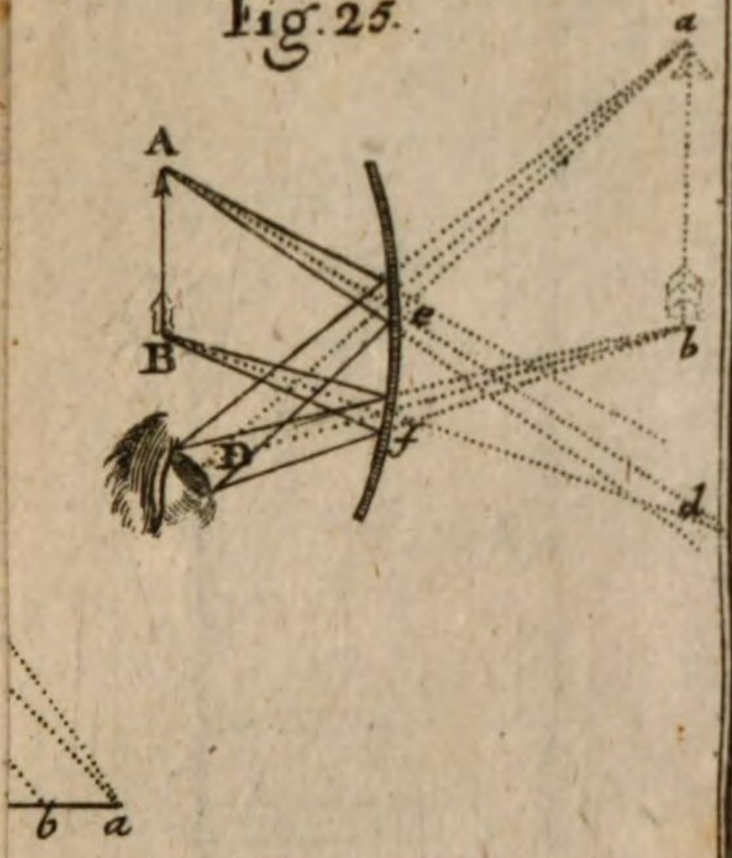



Fig. 27.

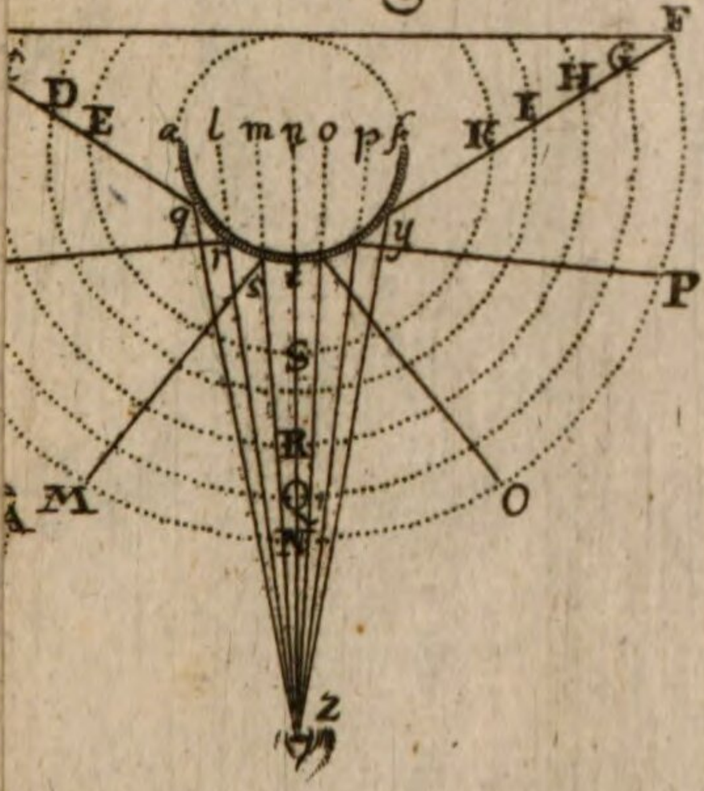


Fig. 7.

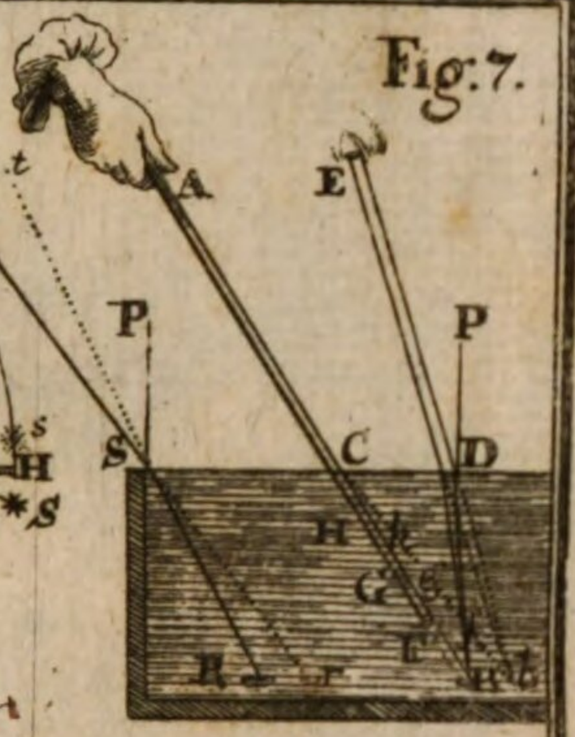



Fig. 1.

Fig. 6.

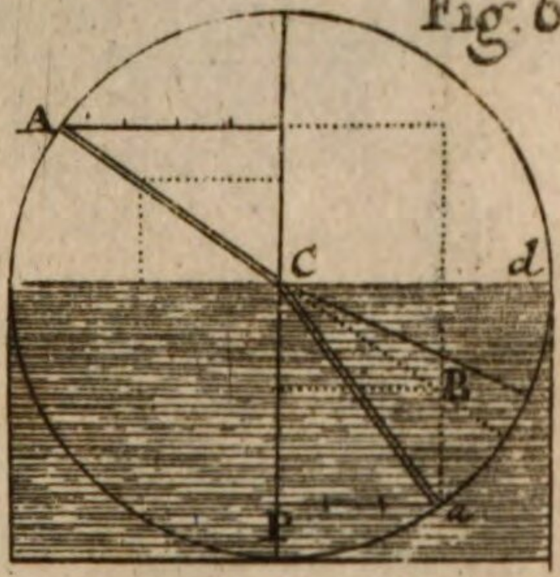



Fig. 4.

Fig. 3.

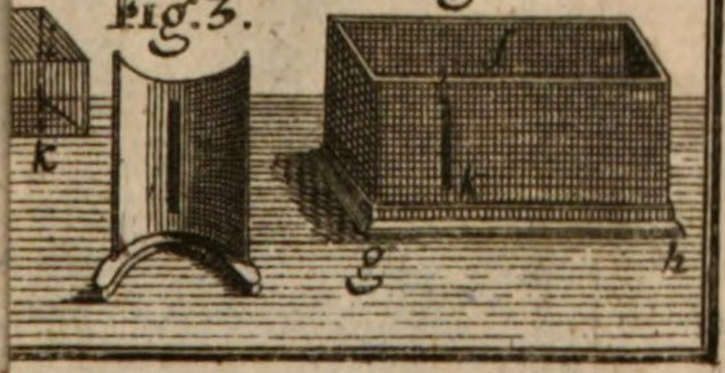


Fig. 14.

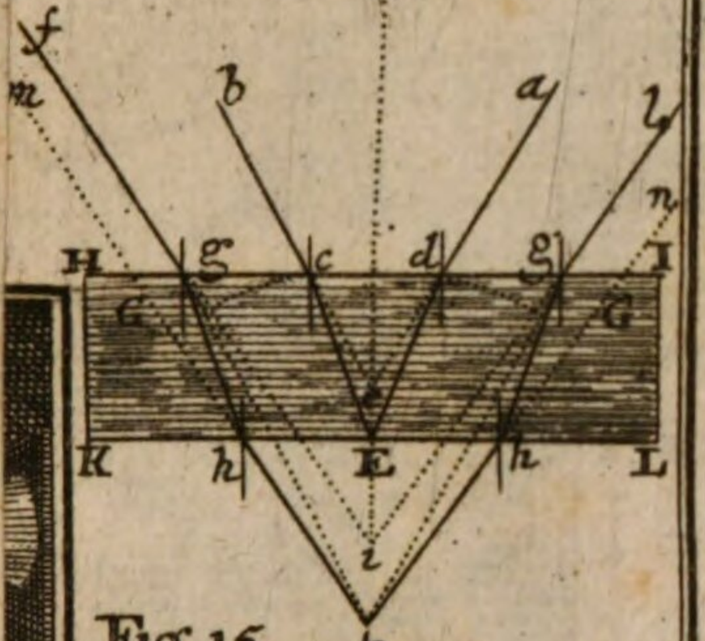
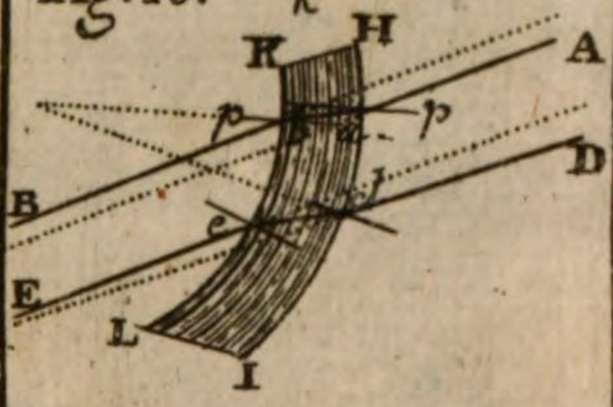



Fig. 15.



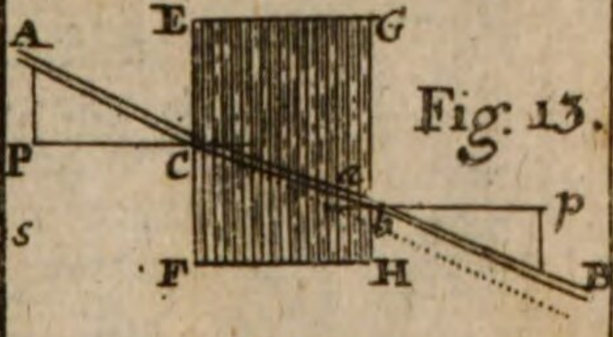
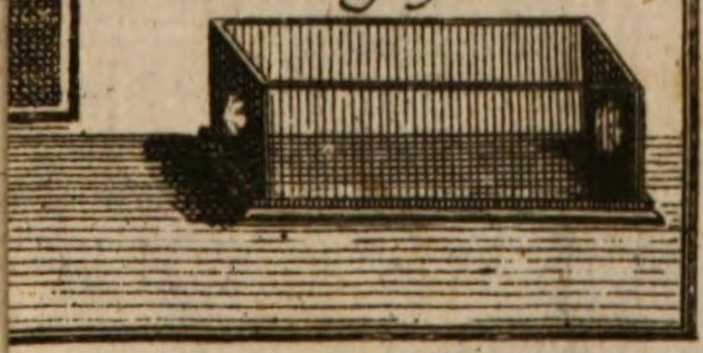




Fig. 13.

Fig. 9.



21. Fig. 17.

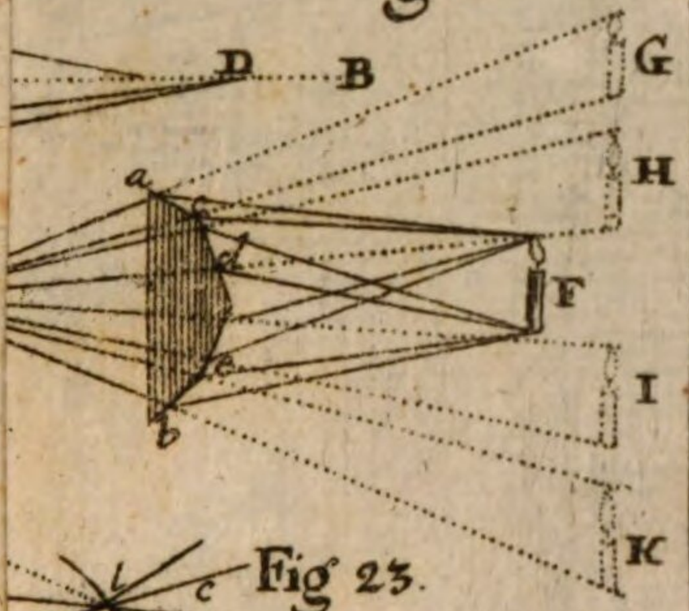
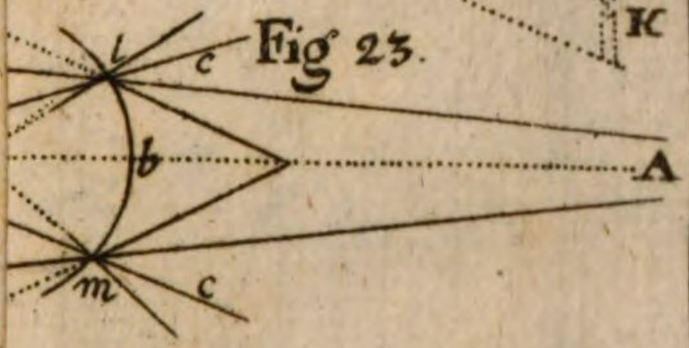
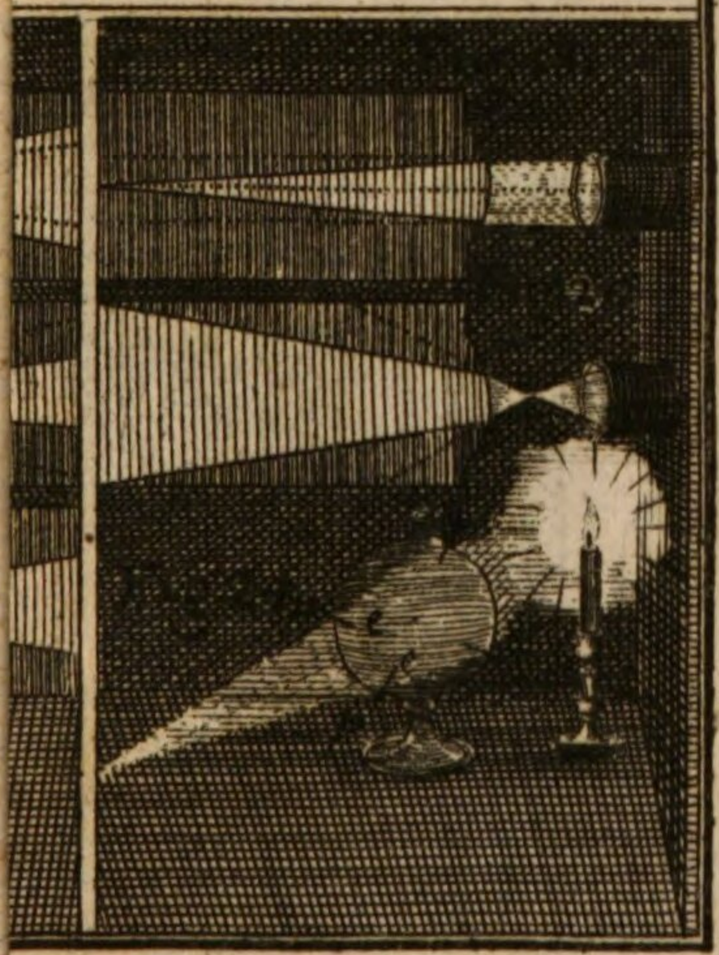



Fig 23.



TAB: V.

Fig. 25.

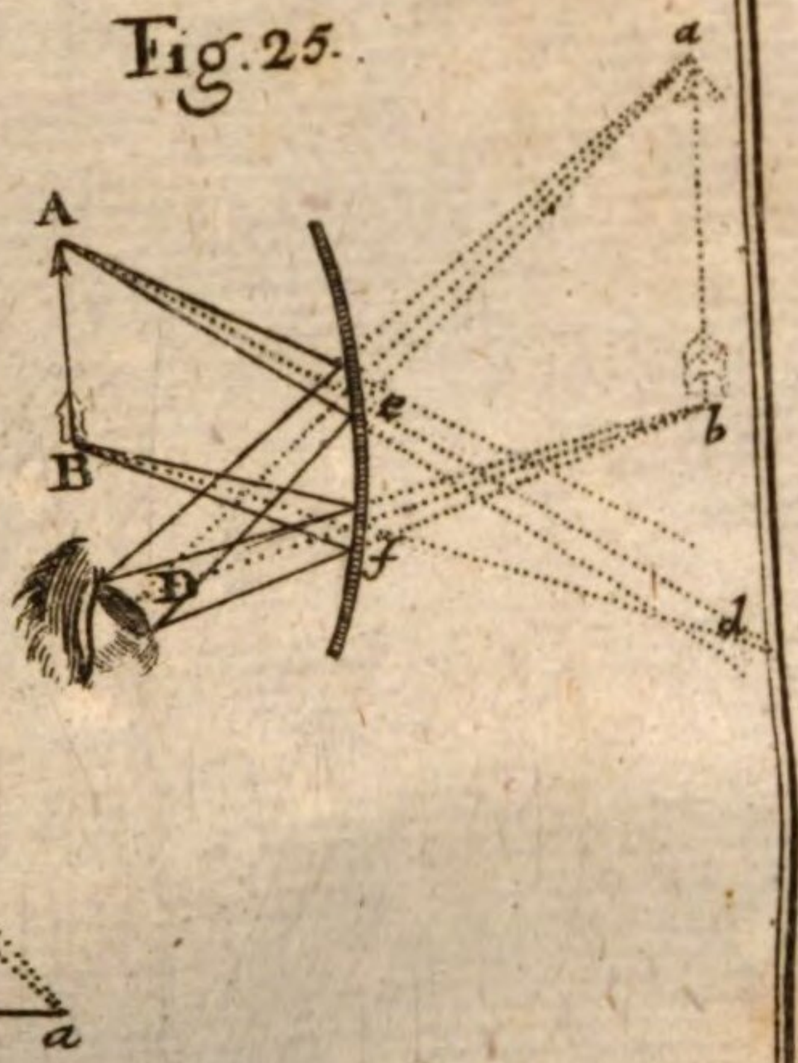
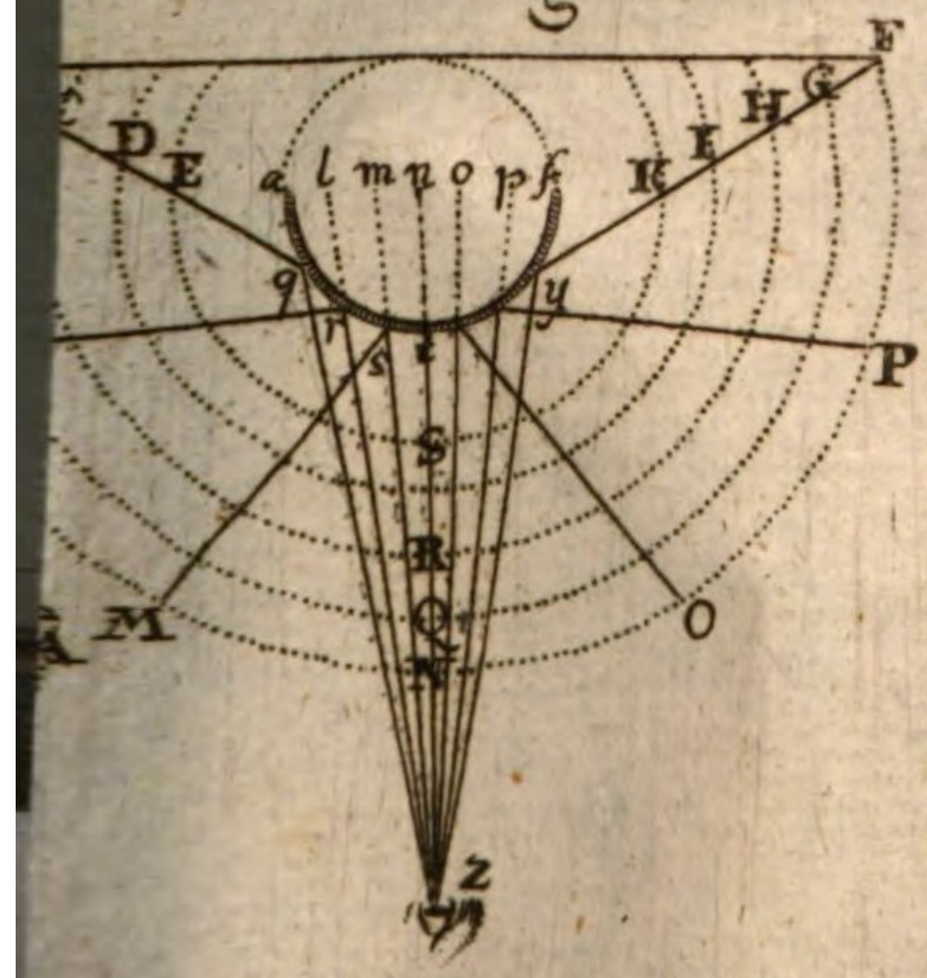



Fig. 27.



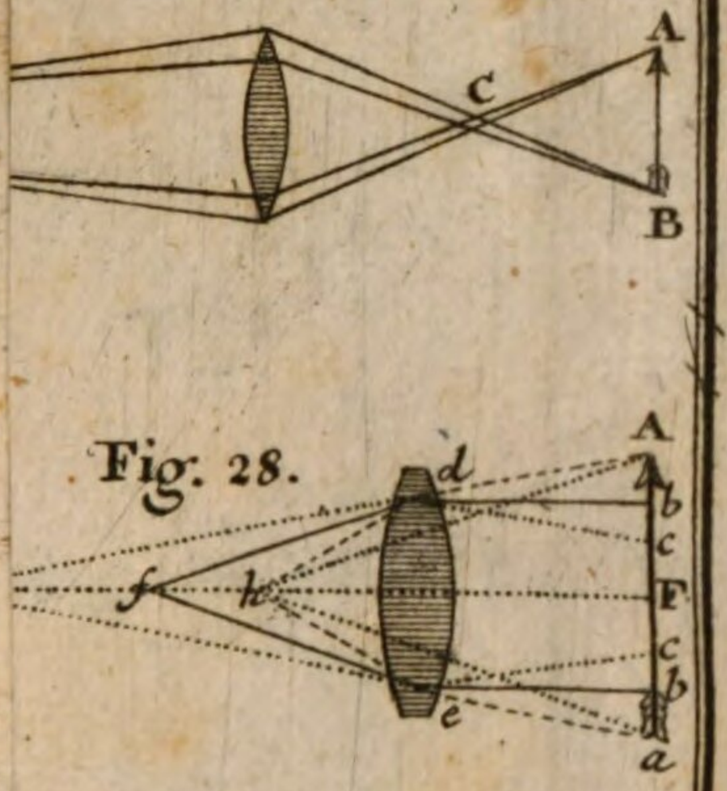
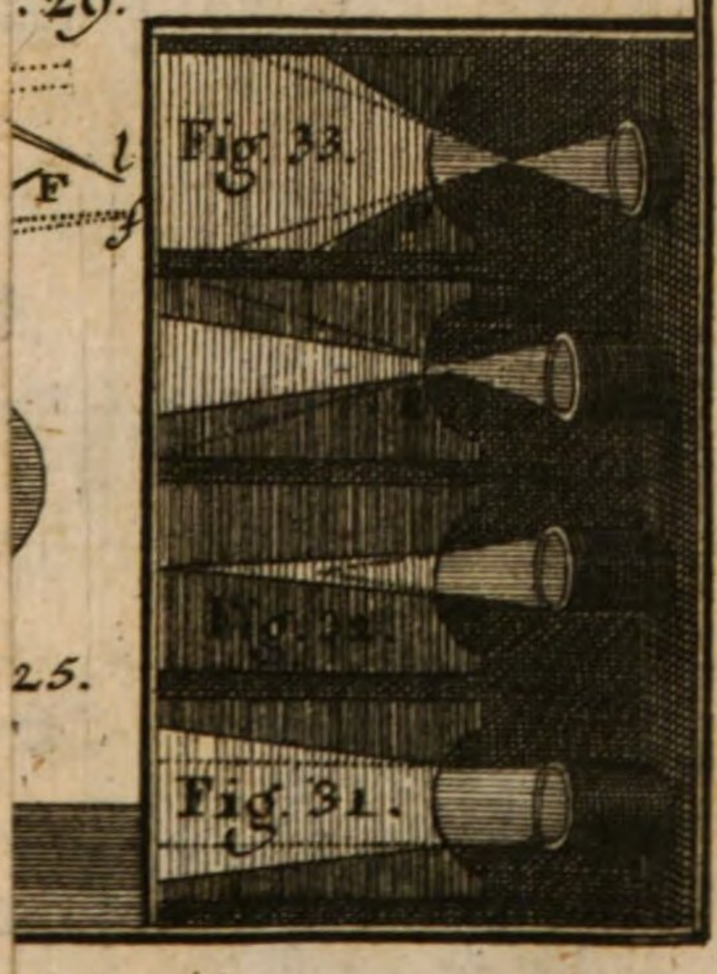



Fig. 28.



TAB: V.

Fig. 25.

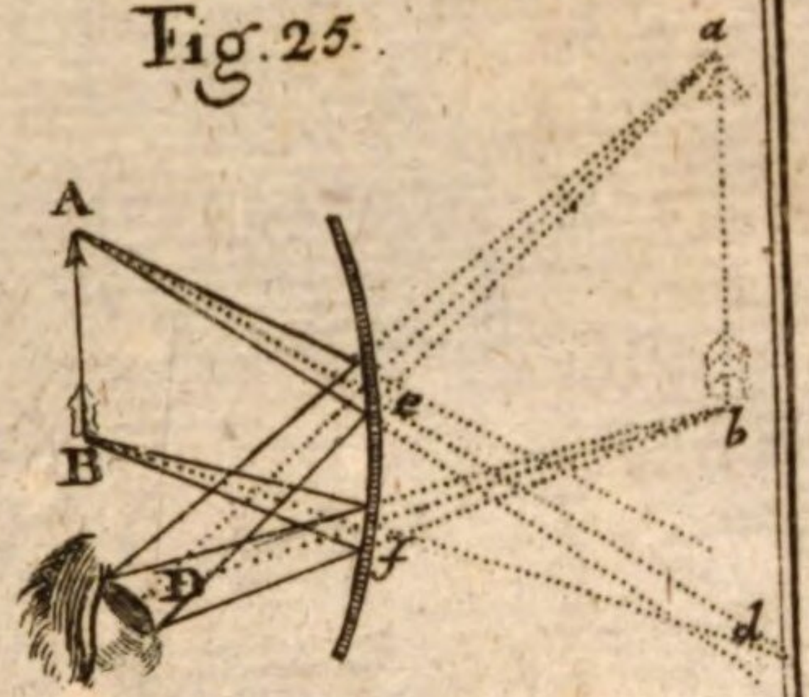



Fig. 27.

Fig. 7.

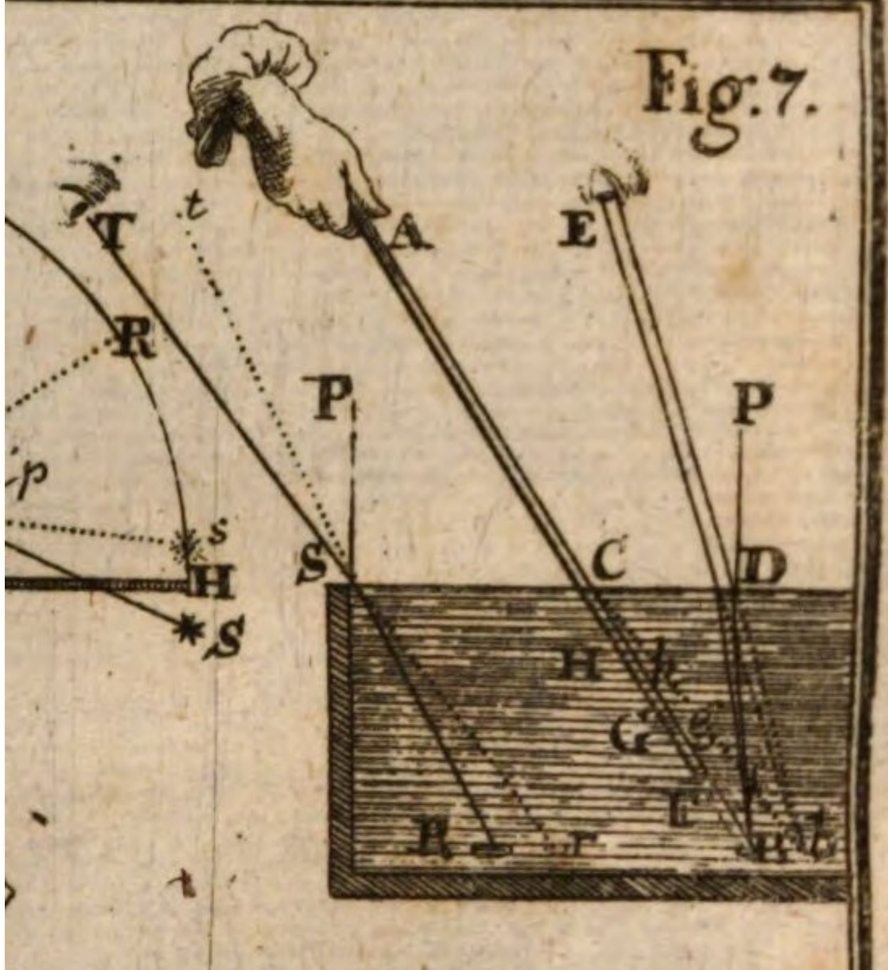



Fig. 1.

Fig. 6.

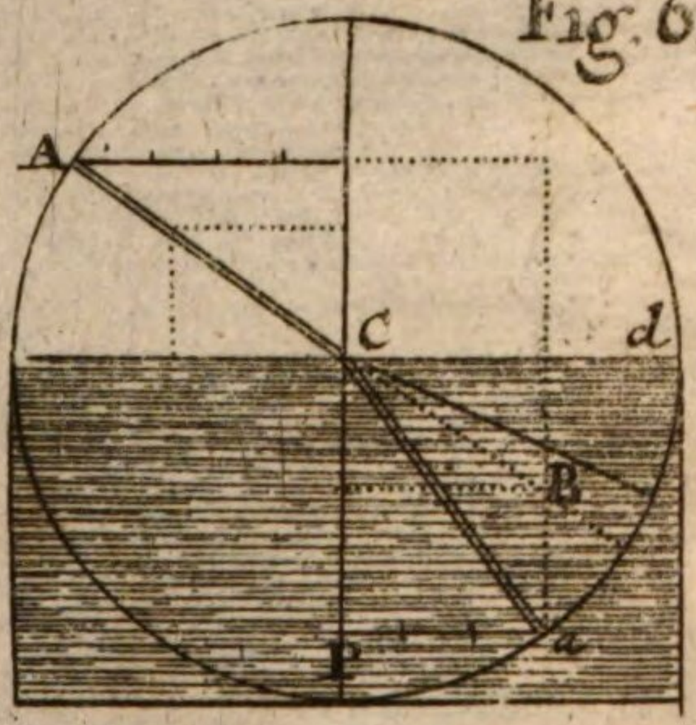
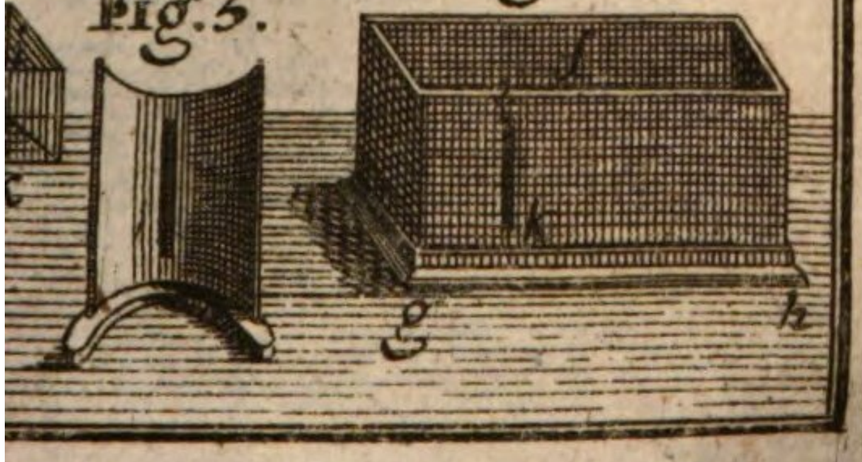



Fig. 4.

Fig. 3.



TAB: VI.

Fig. 7.

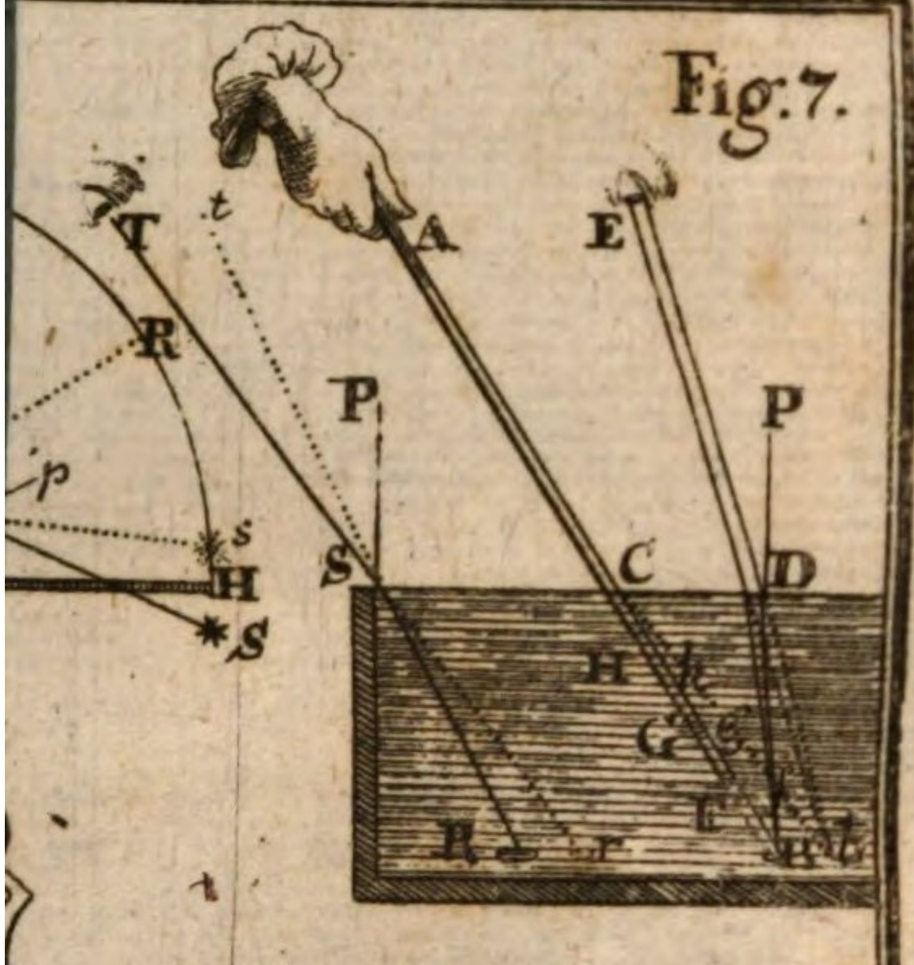



Fig. 1.

Fig. 6.

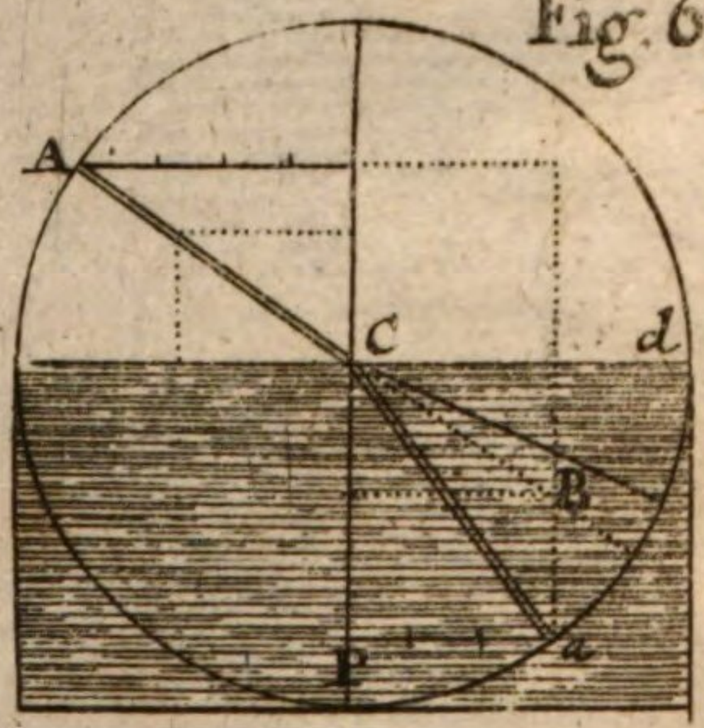
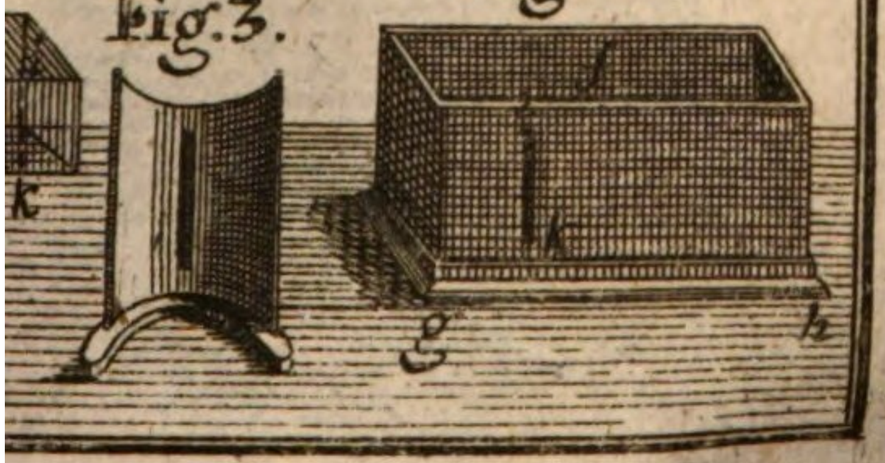



Fig. 4.

Fig. 3.



Tab VII.

Fig. 14.

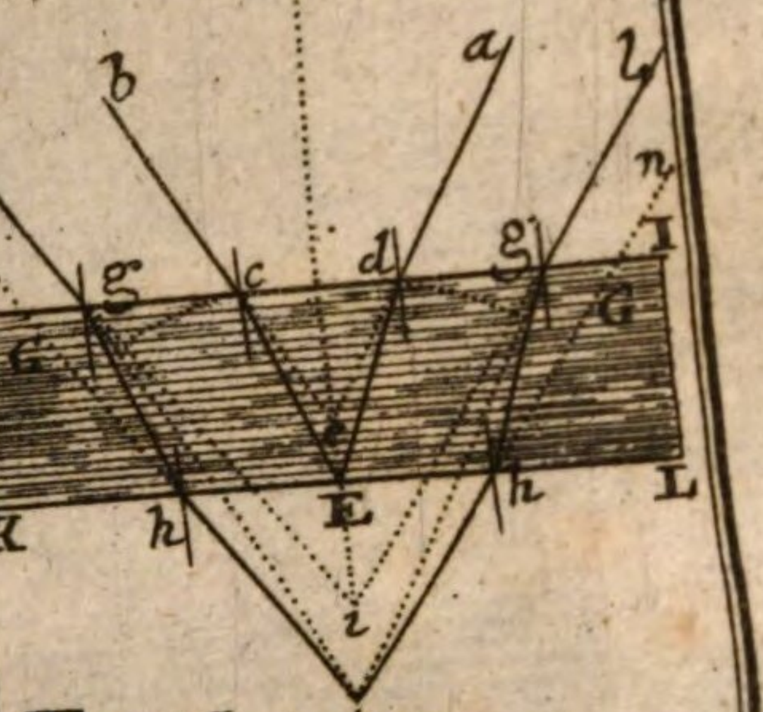
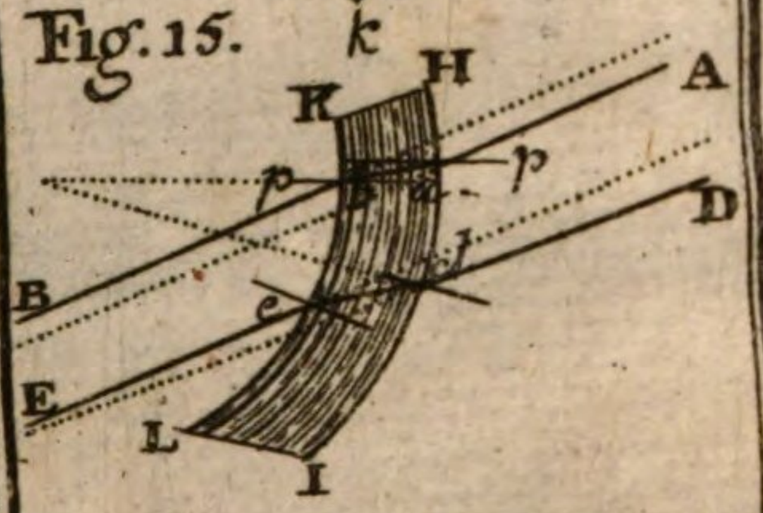



Fig. 15.



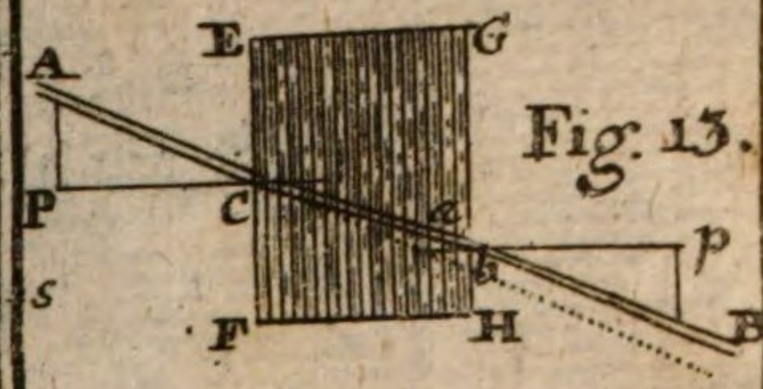
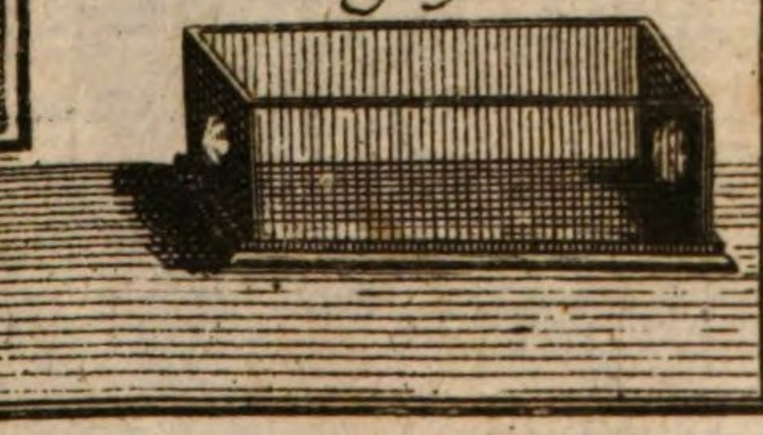




Fig. 13.

Fig. 9.



Tab VII.

Fig. 14.

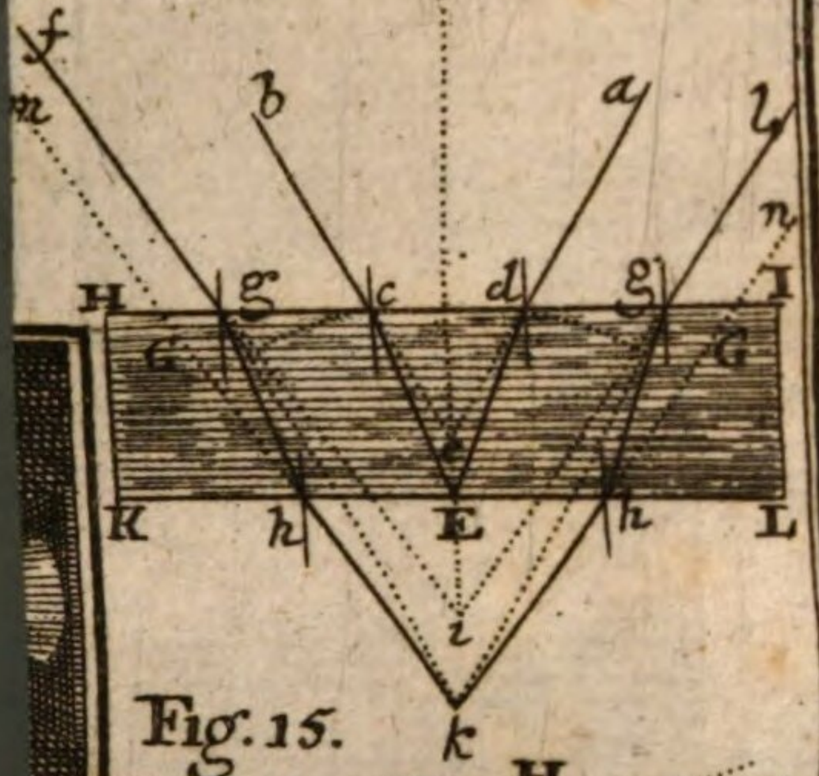
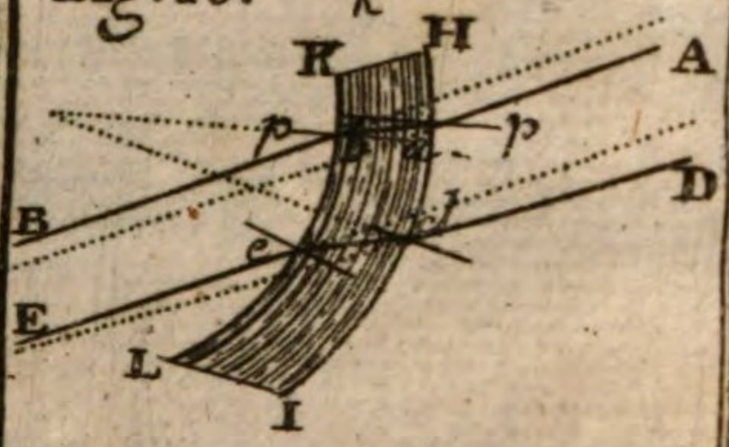



Fig. 15.



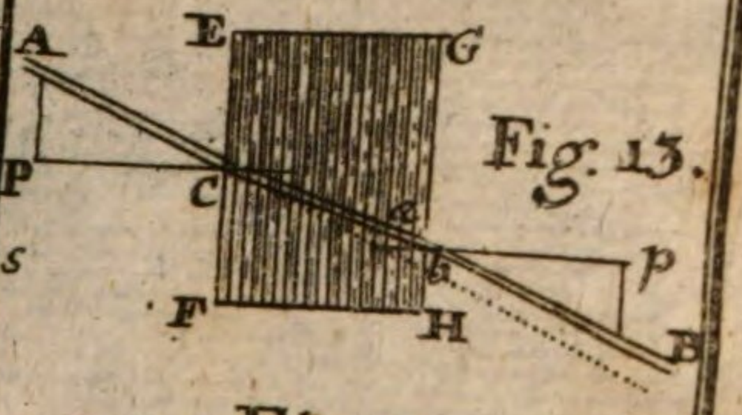




Fig. 13.

Fig. 9.

Fig. 35.

Fig. 36.

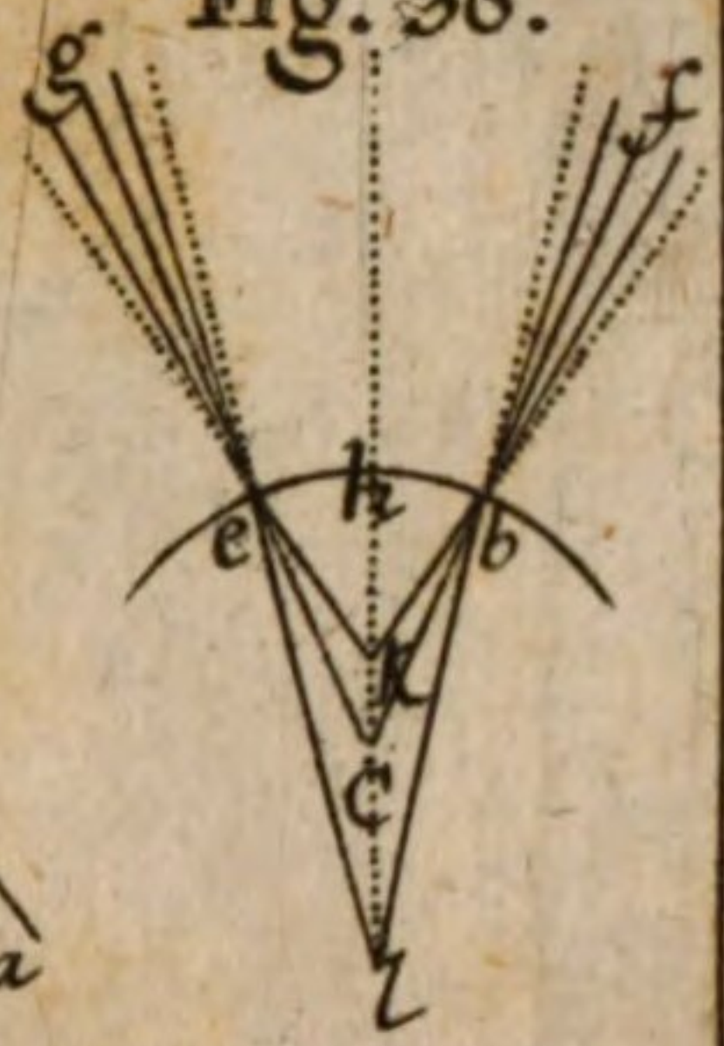
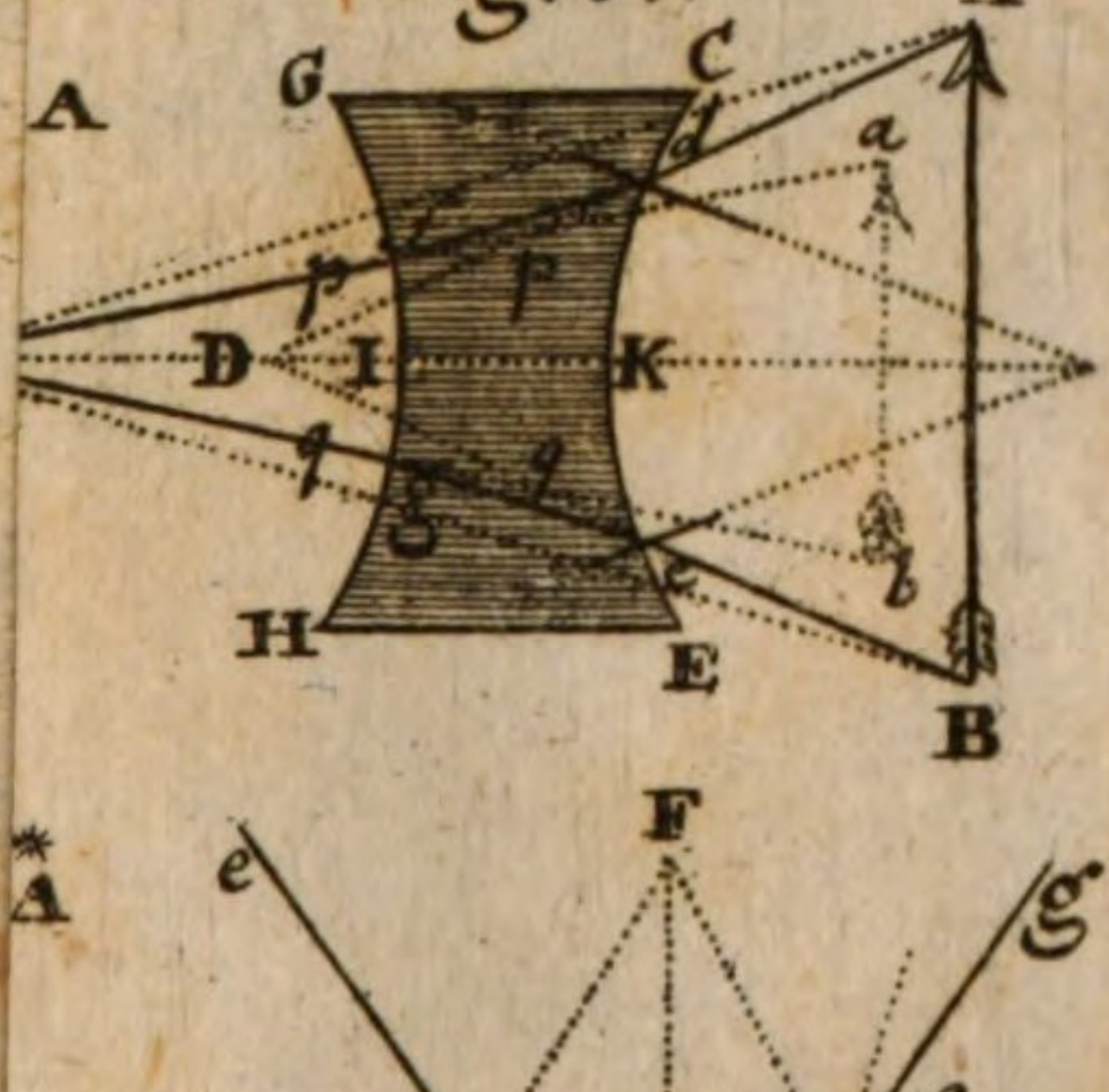



Fig. 37.



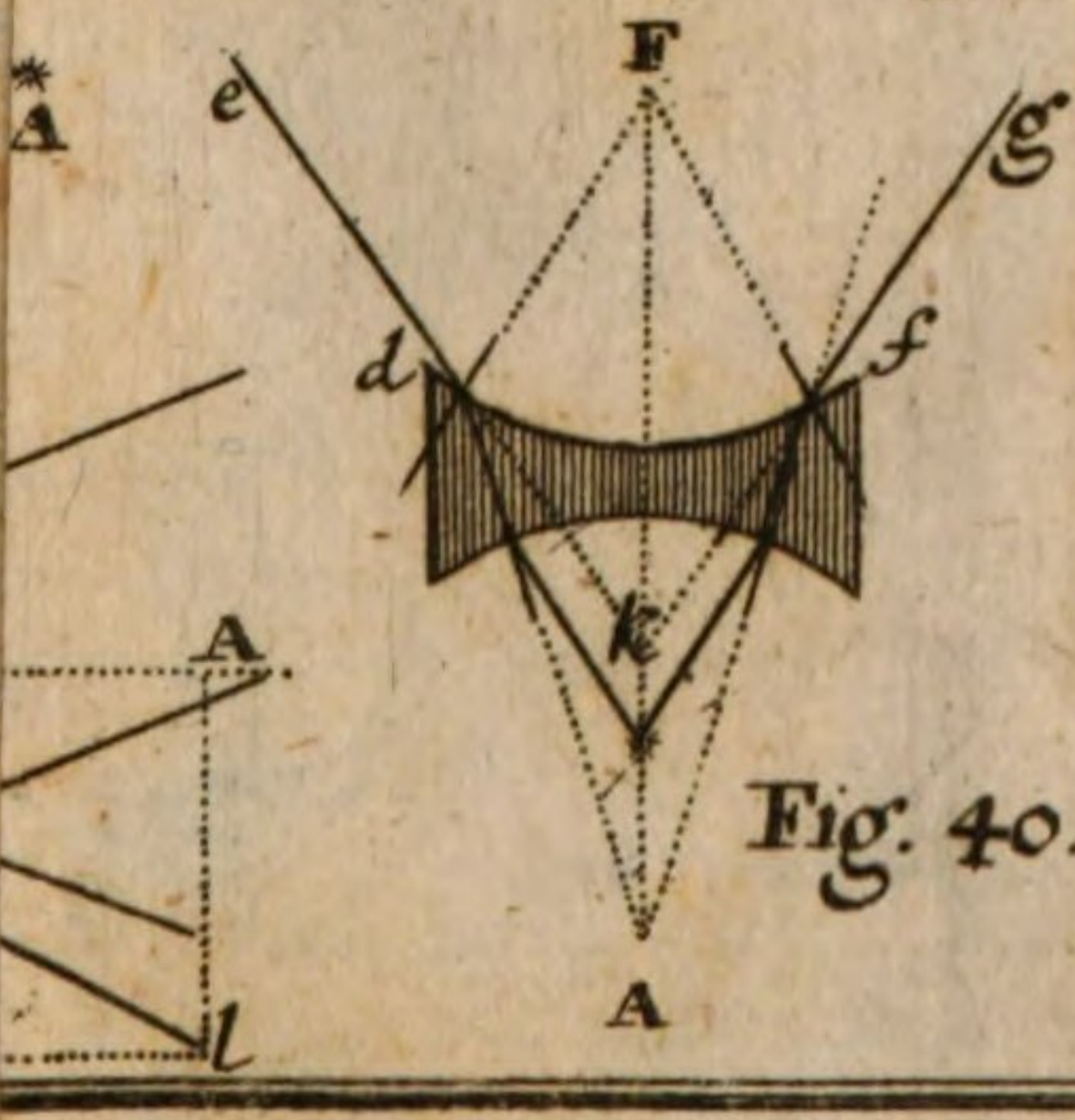




Fig. 40.

# XVII. Stunde.

# Fortsezung der Eigenschaften des Lichts.

## III. Abschnitt,

### Vom zerlegten Lichte, oder von der Natur der Farben.

Vor NEUTON dachte kein Mensch daran, daß man das Licht zerlegen könne, noch daß seine also zerlegte oder voneinander getrennete Theile, in gewissen beständigen Eigenschaften, und sinnlichen Wirkungen, voneinander abgehen sollten. (u) CARTESIUS und seine Nachfolger hielten das Licht für eine flüßige Materie, welche zwar durchaus gleichartige Theile habe, doch aber gewisser Aenderungen fähig sey, auf welche Weise sie denn alles, was die Farben betrift, zu erklären gedachten. Man nahm an, die Kugelreihen, daraus ein Lichtstrahl bestehet, sezten nicht nur die vom leuchtenden Körper empfangene Bewegung in gerader Linie fort, sondern

(u) Zwar hatte Vossius schon gesaget, die Farben wären allemiteinander im Lichte vorhanden; unterdessen ist doch Neuton der erste, welcher diesen Begriff auseinander wickelte, und jedweden Theil, daraus zerlegtes Licht bestehet, besonders und deutlich zeigte.

sondern sie dreheten sich zugleich auch um ihren eigenen Mittelpunkt, und diese beede miteinander verknüpfte Bewegungen, bey welchen mehr oder weniger Geschwindigkeit, oder Materie, unendlich vielerley Abwechslungen verursachen könne, wirketen hinten am Auge alle diejenigen Empfindungen, die wir mit dem Nahmen des Rothen, Gelben, Blauen, u. s. w. belegen, ingleichen auch alle dazu gehörige Schattirungen.

Indem alles, was man bloß annimmet, seine schwache Seite hat, und Schwierigkeiten unterworfen ist, so fehlet es auch der nur angeführten Meynung im geringsten nicht daran. Unterdessen mag man dagegen einwenden, was man will, so muß man doch auch gestehen, sie sey sinnreich, ungekünstelt und natürlich. Ja es kann ein Naturforscher auch vorizt noch alles, was NEUTON durch Versuche festsezzete, annehmen, gleichwohl aber das Hauptwerk von jener, ohne Besorgniß eines Widerspruches, beybehalten. Denn wiewohl es Licht von allerley Gattungen giebt, so ist es ja doch nichts Unmögliches, es bestehe der Unterscheid dieser Gattungen in einer gewissen Verknüpfung derjenigen Bewegungen, welche diese oder jene Kugelreihe, nach dem grössern oder geringern Verhältnisse der Materie, oder der ausdehnenden Kraft, an sich zu nehmen fähig ist; eben so, wie es wahrscheinlich ist, es gebe in eben derselbigen Menge Luft sowohl gröbere, und mit einer stärkern ausdehnenden Kraft versehene Theilgen, durch deren Hülfe man die tiefen Thone vernehme, als auch andere von ganz verschiedener Eigenschaft, durch welche man die höhern Thone vernehme.

NEU-

NEUTON that recht wohl daran, daß er die Ursache von dem Unterschiede der Farben aus Versuchen herleitete; Will man aber noch weiter gehen, und die wahrscheinliche Ursachen von dem, was die Versuche zeigen, angeben, so scheinen mir die von CARTESIO und MALEBRANCHE angegebenen, beede zusammen genommen, in mehr als einem Stücke sehr glaublich; ja sie schienen es dem NEUTON selbst. (x)

Unterdessen, da uns die Versuche nichts zeigen, darauf man die besagte Meynungen zuverläßig gründen könnte, so begnüge ich mich meines Ortes damit, daß ich sie dem geneigten Leser, der sie etwa gerne wissen möchte, bloß melde, übrigens aber, mit dem engelländischen Weltweisen bey dem Sinnlichen, daraus man, was die Farben angehet, die Erscheinungen des Sehens erklären kann, verbleibe.

Wir kennen eine sichtbare Sache nicht nur an ihrer Grösse, Gestalt, Lage, Entfernung, Deutlichkeit und derselbigen Grade, sondern auch an einer gewissen Erleuchtung, welche nicht nur jedwede Sache auf eine ihr allein eigene Art in unsern Augen schimmern lässet, sondern auch ihren Grund im geringsten nicht in der Menge des auf die Sache fallenden Lichtes hat. Es ist dieses dasjenige Mittel der Sichtbarkeit, damit die Natur auf eine unbeschreiblich prächtige Weise abwechselt, und alle ihre Werke zieret; Es ist, sage ich, dasjenige Ansehen der Oberflächen, welche wir überhaupt Farbe nen-

 nen,

(x) Man sehe die 13. Frage unter denen seiner Optik angehängten.

nen, und in mancherley Gattungen, als zum Beyspiele, in weiß, roth, gelb, blau u. s. w. abtheilen.

Zwar sollte man meynen, es wären die Farben und ihre Schattirungen, den Körpern, daran wir sie erblicken, eigen, es habe, zum Beyspiele, das Weisse des Schnees seinen Siz in ihm selbst, gleichwie das Rothe im Scharlachtuche, und das Grüne im Grase u. s. w. Gleichwohl ist dieses ein Vorurtheil, das auf mancherley Weise sehr schlechten Grund hat. Wollen wir nun wissen, wie weit wir uns damit einlassen dürfen, so müssen wir vor allen Dingen überlegen, was bey dem Anblicke eines gefärbten Körpers vorgehe?

Das Licht fället auf einen Körper, und machet ihn sichtbar, betrachten wir ihn sodann, so mahlen uns die von ihm herkommende Strahlen sein Bild ins Auge, und wir urtheilen, er habe diese oder jene Farbe. Unterdessen hat dieses Urtheil keine Statt, es sey denn der Körper erleuchtet. Des Nachts ist alles schwarz, keine Sache hat sodann die geringste Farbe: Demnach beruhen die Farben auf dem Lichte, und würden wir ohne dasselbige nicht den geringsten Begriff davon haben.

Sie beruhen aber auch auf den Körpern selbst; Denn Burgunderwein und Zinnober sehen bey eben demselbigen Sonnenscheine roth, bey welchem das Gold gelb siehet, und die Wiesen mit Blumen von allerley Farben prangen.

Doch, dieses alles ist noch immer ausser uns. Wir würden nicht die geringste Kenntniß davon haben, woferne nicht die Dinge, die wir sehen, durch das von ihnen abspringende Licht unser Auge berüh-

reten,

reten, demselbigen die äusserliche Erscheinung zu empfinden gäben, diese Empfindung aber gewisse Begriffe, die wir durch hiezu bestimmete Worte an den Tag legen, in uns erwecketen. Bekanntermassen siehet ein Blinder von Farben nicht das Geringste, er bekommet auch, wenn er den Gebrauch des Gesichtes gar niemahls hatte, aus den Benennungen derselbigen, nicht den geringsten Begriff von ihnen. Demnach sind die Farben, in uns selbst betrachtet, sinnliche Empfindungen, gleichwie der Geschmak, der Klang, der Geruch, u. s. w. ebenfalls. Diese Ueberlegung zeiget uns dreyerley Augenpunkte, daraus wir die Farben betrachten können. Wir können sie nämlich betrachten, 1. im Lichte, 2. in den Körpern, in soferne dieselbigen gefärbet sind, 3. in Absicht auf denjenigen Sinn, in den sie hauptsächlich wirken, und durch den wir sie voneinander unterscheiden.

# I. Abtheilung.

## Von den Farben, in soferne sie im Lichte vorhanden sind.

Als ich in dem vorigen Abschnitte von den linsenförmigen Körpern, welche die Strahlen brechen, redete, erwähnete ich zugleich, es sey eine zirkelförmige Krümmung nicht fähig, die verlaufenden Strahlen, welche jedweder Punkt einer Sache von sich wirft, in den möglichen kleinesten Raum zusammen zu bringen; Zwar hätten die Mathematici, in der Absicht, den brechenden Ferngläsern eine grössere Vollkommenheit beyzulegen, andere,

und zu besagter vollkommener Vereinigung weit tauglichere Gattungen krummer Linien ausfindig gemachet, es seyen aber dieselbige, wegen der Schwierigkeit, dem Glase eine solche Krümme zu geben, nicht in Gebrauch gekommen. Sowohl CARTESIUS (y), als nach ihm NEUTON (z), legte sich mit sonderbarem Fleisse auf diese Untersuchung, und gedachte auf Mittel, wie die Künstler andere, und zum Vereinigen der Lichtstrahlen geschiktere Linsengläser, als die Kugelschnitte sind, ohne besorglichen Fehler ausarbeiten könnten. An statt aber, daß diese Bemühung den NEUTON nach dem verlangten Ziele geführet hätte, entfernete sie ihn vielmehr um soviel weiter davon. Denn er sah endlich ein, wenn auch gleich dem brechenden Körper die allervortheilhaftigste Gestalt, die man nur verlange, gegeben werde, so falle es doch aus andern Ursachen nicht möglich, die Lichtstrahlen vollkommen miteinander zu vereinigen. Es zeigten ihm nämlich einige Versuche auf eine unwidersprechliche Weise, die Theile des Lichts seyen im geringsten nicht gleichartig, sondern einige unter ihnen zum Brechen mehr, als andere, geschikt. Dergestalt möge die Krümmung eines Linsenglases, beschaffen seyn wie sie immer wolle, so könne sie doch die Strahlen des auffallenden Lichtstromes nimmermehr gleich stark nähernd machen, folglich werfe sie nur diejenigen in einen Punkt zusammen, welche, vermöge ihrer Natur, eines gleichförmigen Brechens fähig seyen. „Ich „be-

(y) Dioptrique, chap. 8.
(z) Princ. phil. Lib. 1.

„bemerkete, sagt er, (a) die Hinderniß, warum man „die Ferngläser nicht zu erwünschter Vollkommen„heit bringen könne, liege nicht, gleichwie man glaub„te, an der fehlerhaftigen Gestalt der Gläser, son„dern daran, weil Strahlen von ungleicher Art, „folglich auch von ganz verschiedener Brechbarkeit, „durcheinander gemischet sind.„

Auf diese schöne und wichtige Entdeckung führete den NEUTON die Erwägung einer seit langer Zeit bekannten Erscheinung, die man in folgendem Versuche allemahl mit Verwunderung ansiehet.

## I. Versuch.

### Anstalt.

In den Laden eines gegen Mittage, oder doch beynahe stehenden Fensters, oder auch in das Kästgen Fig. 6. Tab. 2. der XV. Stunde, wird eine runde Oefnung von 5 bis 6 Zoll im Durchmesser gemachet, damit der Einsaz A B, Fig. 1. hineinpasse, und mit Schrauben, oder auch mit ein Paar Haaken festgemachet werden könne. Nurbesagter Einsaz bestehet in einer hohlen Röhre, ohngefehr eines Schuhes lang, und zween Zolle weit, welche durch eine Kugel oder Nuß gestecket, und vermittelst derselbigen nach Belieben hin und her gerichtet wird, indem die Nuß in einer doppelten Schüssel gehet.



(a) Transact. philos. N. 80. Man kann es zum Jahre 1665. rechnen

Das Gemach, darein die Röhre siehet, muß auf das beste verfinstert werden, und sodann lässet man durch die Röhre einen Lichtstrom hinein fallen, der entweder unmittelbar von der Sonne herkommet, oder vermittelst eines flachen metallenen Spiegels in die Röhre geleitet wird. (b) Der Spiegel hat seine Stelle entweder im Kästgen, oder aussen vor dem Fenster, auf einem Gestelle. Um die Röhrenöfnung bey C, so enge, als beliebig, zu machen, wird ein Mundstük von hartem Holze, das wie ein Trichter ausgedrehet ist, eingestossen: die äussere Oefnung des Mundstückes bekommet ein meßingenes in der Mitte durchbohretes Verdek.

Eine

(b) Am allerbesten gehen die Versuche, davon in der gegenwärtigen Abtheilung die Rede ist, von statten, wenn das Licht ohne Hülfe eines Spiegels, sondern unmittelbar von der Sonne ins Zimmer fället. Auf diese Weise verfuhr Neuton, er muste auch, um seine daraus gezogene Schlüsse gegen alle Einwendungen sicher zu stellen, also verfahren. Lieget aber das Fenster nicht auf der Mittagsseite, oder es stehet die Sonne um dieselbige Jahreszeit, des Mittages allzuhoch, so muß man dem Strahle die erforderliche Richtung freylich durch das Abspringen von einem Spiegel geben. Es ist auch in sofern keine Bedenklichkeit dabey, woferne man keine andere, als bereits bekannte Versuche, wiederhohlen will, und nebstdeme auch weder die Gestalt noch die Glätte des Spiegels einigen Mangel hat. Die metallene sind deswegen besser, als die gläsernen, weil sie nicht so leicht anlaufen, und die Strahlen nur mit einer einzigen Oberfläche zurücke werfen, diese hingegen mit allen beeden.

Eine solche bewegliche Röhre ist zu Versuchen, die man im Finstern vornehmen muß, weit bequemer, als ein bloses Loch im Fenster: denn sie lässet kein Licht, das von andern in freyer Luft befindlichen Dingen abspringet, sich im Gemache ausbreiten. Dergleichen Licht aber schwächet den gesuchten Erfolg des Versuches, ja es kann ihn wohl gar vernichten.

Der Lichtstrahl nun, welcher durch die Röhre ins Gemach fället, wird mit der scharfen Seite eines dreyeckigten Prismatis D, Fig. 2. aufgefangen. Das Prisma muß aus einem einzigen Glasstücke bestehen, und recht gerade, auch so glatt, als möglich, geschliffene Seiten haben. Man sehe Fig. 2.

Um das Prisma desto bequemer zu gebrauchen, und vor dem Blindwerden oder Abwetzen zu bewahren, lasse ich an beede Enden eine messingene Hülse stossen, und an solche eine gleichfalls meßingene Welle löthen, also, daß beede Wellen gleichsam die verlängerte Achse des Prismatis vorstellen. Auf diesen Wellen ruhet das Glas, und lässet sich in seinem Gestelle herumdrehen. Das Gestelle selbst bestehet aus einer hölzernen Schwelle F F, mit zween gerade empor stehenden Armen. Die Schwelle ruhet auf einem runden Fusse, der sich in demhohlen Schafte auf und nieder verschieben, und mit der Schraube G in beliebiger Höhe anhalten lässet. Oben im Fusse ist eine Nuß mit einem Gewerbe, wie an einem Zirkel, damit man das Prisma so schief, als beliebig, richten kann.

Was für einen Winkel die Seiten des Prismatis miteinander machen müssen, wenn der Versuch gelingen solle, das hat keine gewisse Regel. NEUTON seines war meistens gleichseitig. Nun geräth zwar auch bey kleinen Winkeln alles recht gut, doch ist es besser, wenn sie nicht unter 45 Graden haben.

Weil das Glas zuweilen innwendig Wolken oder Blasen hat, folglich fehlerhaftig ist, so muß man dem Prismati eine Länge von 5 bis 6 Zollen, und jedweder Seite die Breite von einem starken Zolle geben lassen, damit man desto leichter ein gehörig beschaffenes Ort daran aussuchen könne.

Hat man kein Prisma aus einem ganzen Stücke, so setzet man nach Belieben eines aus drey dünnen und recht geraden Glasstücken mit Mastix zusammen, und füllet es mit reinem Wasser, oder mit einem andern flüßigen und hellen Wesen, dessen Vermögen im Strahlenbrechen man kennet.

## Erfolg.

Sobald der Sonnenstrahl in den Winkel des Prismatis eingefahren ist, setzet er seinen bisherigen Weg nicht weiter fort, noch bildet er bey I eine bloß helle Lichtscheibe, sondern er erhebet sich in eine beynahe wagerechte Stellung, und zwar unter folgenden Umständen.

1. Breitet sich der Strahl gleich einem Windfächer auseinander, und mahlet auf ei-

ne weisse, und 16 bis 18 Schuh weit vom Prismate gerade aufgerichtete Pappe, L K (c) ein länglichtes unten und oben zugerundetes Bild, dessen Seiten zwischen zwo gleichlaufende Linien eingeschlossen sind.

2. Die Breite des Bildes ist gleich dem Durchmesser der runden Lichtscheibe, welche der Strahl, wenn ihn das Prisma nicht auffienge, in I bilden würde. Woraus dann folget, der Strahl werde nur nach der Länge, nicht aber auch zugleich nach der Breite, ausgebreitet.

3. Das gebrochene Licht zeiget in seiner ganzen Länge, von seinem Ausfahren aus dem Prismate bis an die Pappe, gewisse Streifen, von ganz unterschiedener Farbe, und diese Farben zeigen sich an dem Bilde M N, von unten nach oben in folgender Ordnung: roth, Pommeranzen- oder Goldfarbe, gelb, grün, blau, dunkelblau, violett.

Ur-

(c) Die Länge des gefärbten Bildes beruhet auf der Grösse des Winkels am Prismate, und an der Entfernung des Prismatis von der Pappe, damit man das Bild auffänget. Sechzehn Pariser Schuhe Entfernung, geben dem Bilde eine Höhe von etwa 9 Zollen, doch mit dem Bedinge, wenn der brechende Winkel 64 Grade beträget, und wenn der Strahl bey dem Einfahren einen eben so grossen Winkel mit derselbigen Seite machet, als bey dem Ausfahren mit der andern. Ob dieses geschehe, das merket man daran, wenn man das Prisma um seine Achse drehet, und das gefärbte Bild nicht weiter in die Höhe steiget, sondern zu sinken beginnet.

## Ursache.

Als NEUTON diesen nurerwähnten Versuch zum öftern, und mit möglichster Sorgfalt angestellet, und den Erfolg einmahl, wie das andere, befunden hatte, suchte er ihn durch folgende Muthmassungen zu erklären: Es fiel ihm ein, das Licht könne wohl eine solche flüßige Materie seyn, bey deren Bestandtheilen ein wesentlicher Unterscheid statt finde, nicht nur in Absicht auf den Grad ihrer Brechbarkeit, sondern auch was ihre Eigenschaft, die Empfindung einer gewissen Farbe in uns hervorzubringen betreffe.

Es fället bey diesem gedoppelten Voraussatze in der That leicht, die Ursache aller nurerwähnten Umstände anzugeben. Denn betrachtet man 1. den ganzen Lichtstrahl, der in das Prisma einfähret, als eine Menge nebeneinander vorhandener Lichtfäden, welche sich bey dem Brechen nicht allemiteinander gleichweit von ihrem bisherigen Wege entfernen, so muß freylich immer einer höher als der andere über die Lichtscheibe I erhaben werden, dahingegen sie sich, wenn ihnen kein brechender Körper in den Weg gekommen wäre, allemiteinander innerhalb besagter Scheibe versammelt hätten. Eben daher rühret es, daß sie sich nach der Höhe ausbreiten, auf welche Weise das gebrochene Licht, wie der Augenschein zeiget, die Gestalt eines Windfächers erhält.

2. Aus eben diesem Satze folget noch weiter, es müsse das Bild M N viel länger, als breiter, werden. Denn da das Ausbreiten des Strahles nur nach der Höhe geschiehet, so kann die Breite des

Bildes

Bildes zwischen den gleichlaufenden beeden Seiten nicht mehr betragen, als der Durchschnitt des Lichtscheibgens, das bey I erscheinen würde, wenn der Strahl nicht durch das Prisma gefahren wäre.

3. Muß besagtes Bild, gleichwie denn auch wirklich geschiehet, unten und oben zugerundet erscheinen. Denn, allem Vermuthen zu Folge, wird es aus eben so viel zirkelrunden Scheibgen, als verschiedentlich- brechbare Strahlen sind, also zusammen gesetzet, daß immer ein Scheibgen unter dem andern hervor raget. Daß man aber an dem grossen Bilde keine winklichte Ausschnitte wahrnimmet, sondern die Seiten desselben dem Auge geradelinicht scheinen, das verursachet vermuthlich die grosse Menge der besagten Zirkelbildgen, und die Nähe ihrer Mittelpunkte.

4. Nimmet man an, es seyen die Lichtfäden, daraus der einfallende Strahl bestehet, also beschaffen, daß immer ein Faden stärker, als der andere, gebrochen werden könne, so fället die Möglichkeit weg, daß sie sich nach geschehenem Brechen gegen alle Seiten auseinander breiten könnten, sondern es ist bloß nach der Höhe möglich. Denn das Prisma hat nicht nur gleiche und ähnliche Grundflächen, sondern es sind auch die Oberflächen seiner Seiten völlig gerade; indem also das Licht auf Linien, welche nach der Länge des Glases fortlaufen, fället, so hat die Dicke des Glases, in welche es dringet, gleichlaufende Linien zur Gränze, sodann aber wird entweder das Brechen gegen diese Seite gänzlich null, oder es wird doch die Wirkung des ersten Brechens durch das zweyte unmerklich gemachet.

5. Sind

5. Sind endlich die an dem Bilde M N erscheinende Farben allemiteinander schon wirklich im Lichte vorhanden, und es sind die Strahlen desselbigen, wenn sie voneinander getrennet werden, im Stande, die mit den Worten, roth, gelb, grün u. s. w. verknüpfte Begriffe einmahl wie das andere in uns hervorzubringen, so müssen sie, wenn besagte Absonderung, Kraft ihrer grössern oder geringern Brechbarkeit, wirklich geschehen ist, in der That mit besagten Farben erscheinen, und zwar, sowohl wenn man sie unmittelbar ansiehet, als wenn sie vorher auf ein weisses Kartenblat fallen, und von solchem erst ins Auge geworfen werden.

Dergestalt wären in dem Lichte, so wie es von Natur beschaffen ist, siebenerley Strahlen, welche eben so vielerley Farben hervorzubringen im Stande sind, vorhanden.

Nurbesagte Farben könnte man einfache oder Grundfarben nennen, und aus ihrer mannigfaltigen Vermischung alle übrige in der Natur vorhandene Farben herleiten.

Licht, das unmittelbar von der Sonne, oder von einem andern Gestirne, herkommet, und gar keine Farbe an sich zeiget, wäre dasjenige, welches vermittelst einer vollkommenen Mischung, alle Farben miteinander in sich hat, dahingegen, was man schwarz nennet, weiter nichts wäre, als der Mangel alles Lichtes, es möchte nun einfaches oder zusammengesetztes seyn.

Dieses nun waren des NEUTONS Gedanken, als er seinem Versuche mit dem Prisma nachdachte. Aber ohnerachtet ihrer ungezwungenen Folge und gros-

grossen Wahrscheinlichkeit, beruhigten sie ihn dennoch im geringsten nicht. Als ein Weltweiser, der die Wahrheit aufrichtig suchet, wollte er ihnen nicht eher beypflichten, als bis er die angenommenen Sätze der Wahrheit gemäs befunden, und durch Versuche oder unläugbare Vernunftschlüsse dargethan hätte, es seyen alle übrige von der seinigen unterschiedene Erklärungen unzulänglich. Dieses nun that er mit einer seinem erhabenen Verstande gemässen Scharfsinnigkeit und Gründlichkeit in einem eigenen Buche, (d) das vorizt in Jedermanns Händen ist, und, woferne man diese Materie von Grund aus zu wissen verlanget, von Anfang bis zu Ende mit Aufmerksamkeit gelesen werden muß Ich habe aus selbigem soviel, als mir zu einer gründlichen Einsicht in das ganze Lehrgebäude nöthig schien, ausgezogen, auch unter der grossen Menge Versuche, damit der Verfasser seine Sätze beweiset, die schönsten, bundigsten und leichtesten, welche keine allzugrosse Sorgfalt in den Handgriffen erfordern, gewählet, damit sie ein Jedweder, der seinen Augen dieses Vergnügen gönnen will, ohne besorgliches Mißrathen, selbst anstellen könne.

Die ganze Theorie, darauf es vorizt ankommet, hat folgende zween Sätze zum Grunde. 1. Unter den Strahlen, daraus das Licht bestehet, ist immer einer brechbarer, als der andere, 2. Jedweder Strahl hat seine ihm eigene Farbe,

(d) Optische Abhandlung vom Lichte und von den Farben. Ist von Herrn Costes aus dem Englischen ins Französische übersetzet worden.

Farbe, die er denen von ihm erleuchteten Sachen beyleget. Nun wollen wir mit NEUTON untersuchen, ob, gleichwie man etwa gedenken möchte, diese von dem Prisma gezeigte doppelte Erscheinung, nur eine zufällige Eigenschaft des Lichts sey, oder ob sie ihren Ursprung aus seinem Wesen habe, und unveränderlich sey.

## II. Versuch.

### Anstalt.

Ist alles, wie bey dem vorigen Versuche, veranstaltet, so fänget man das gebrochene Licht mit dem Winkel eines andern Prisma A B, auf. Es muß solches seinen Plaz einen Schuh weit von dem ersten Prisma haben, und seine Achse, gleichwie die 4. Figur zeiget, in einer verticalen Stellung seyn.

### Erfolg.

Indem die Strahlen von dem ersten Prisma auf das zweyte fallen, wenden sie sich seitwärts, und bemahlen das Kartenblat, das man ihnen vorhält, mit einem Bilde, das, soviel seine Länge und Breite, auch die Ordnung seiner Farben, betrift, dem Bilde des vorigen Versuches vollkommen gleichet, nur aber in keiner gerade aufgerichteten, sondern schiefen Stellung, erscheinet.

Ursa-

## Ursache.

Weil beede Prismata einen rechten Winkel mit einander machen, so muß das zweyte, indem es die vom ersten aufwärts gelenkete Strahlen noch einmahl bricht, dieselbigen nothwendiger Weise von der Linken gegen die Rechte, oder von der Rechten gegen die Linke treiben. Aus dieser Ursache nun bekommet das Bild vorizt eine schiefe Stellung, da es doch im vorigen Versuche eine gerade hatte. Doch das Hauptwerk, worauf man vorizt Achtung geben muß, ist dieses, daß die Farben nicht nur einmahl wie das andere eben dieselbigen sind, und in der vorigen Ordnung erscheinen, sondern daß auch das Bild eben die Breite als vorhin behält. Denn es ist unstreitig, der gelbe Strahl habe sich in dem vorigen Versuche nur deswegen von dem rothen und blauen abgesondert, weil er sich nicht so stark als dieser, hingegen stärker als jener, brach; Da nun die Farben nach ihrer Absonderung voneinander allemahl, man mag sie brechen gegen welche Seite man will, einerley Ordnung unter sich beobachten, so hat man allerdinges Ursache zu glauben, sie müssen unveränderlich, und der Strahlen, daran sie erscheinen, Eigenthum seyn. Ferner: rührete die Länge des farbichten Bildes, gleichwie einige behaupten wollten, von einem blosen Auseinanderfahren oder Zerstreuen des gebrochenen Lichtes her, so wäre nicht abzusehen, warum nicht das zweyte Prisma eine eben solche Wirkung in Absicht auf die Breite thun sollte, als das erste in Absicht auf die Länge that? Es sollte nämlich jedweden Theil des Bildes, den

rothen sowohl als den gelben, grünen u. s. w. zu einem Streifen von eben der Länge als das vorige Bild M N hatte, folglich aus allen Streifen zusammen, ein Vierek wie M m N n, machen. Dahingegen erkläret sich alles, wenn man saget, anfänglich wären alle farbichte Lichtstrahlen in dem runden Scheibgen I, Fig. 3. miteinander vereiniget, beysammen, nachgehends würden sie durch die Stufenweise zunehmende Stärke des Brechens zwar übereinander erhoben, dadurch aber das Lichtscheibgen, das jedweder zu bilden vermöge, im geringsten nicht vergrössert. Diese Erklärung wird durch die Erfahrung bestätiget. Will man auf das folgende Verfahren einige Mühe und Achtsamkeit verwenden, so kann man die farbichten Scheibgen, daraus das ganze Bild M N zusammen gesetzet wird, grösstentheils eines nach dem andern zu Gesichte bekommen.

## III. Versuch.

### Anstalt.

Man wiederhole den ersten Versuch, versorge sich aber mit sehr dicken Glasstücken, darunter eines roth, das andere grün, das dritte so dunkelblau, als möglich, seyn muß; auch müssen die Oberflächen besagter Gläser recht eben, und miteinander gleichlaufend seyn. Man bringet eines nach dem andern etwa einen Schuh weit von dem Prisma, und fänget die gebrochenen Strahlen damit auf.

Er-

## Erfolg.

Jedwedes Glas gönnet nur denjenigen Strahlen, welche mit seiner eigenen Farbe übereinstimmig sind, einen Durchgang. (e) Dergestalt erscheinet auf dem weissen Kartenblate bey jedwedem Versuche nur ein einziges Scheibgen, (f) das nicht mehr als einerley Farbe, auch keine mehrere Grösse hat, als die Scheibe, welche in I erscheinet, wenn der Sonnenstrahl gerades Weges, und ohne erlittenes Brechen, dahin kommet. Nebstdeme bemerkt man auch, die grüne Scheibe suche sich auf dem Kartenblate eine höhere Stelle aus, als die rothe, gleichwie hingegen eine tiefere als die blaue. Man kann folglich aus diesem Versuche den richtigen Schluß machen, man würde alle Lichtscheiben, daraus das



(e) Soll dieser Versuch gelingen, so müssen die Gläser eine sehr dunkele Farbe haben, denn sonst fahren die rothen und gelben Strahlen wegen ihrer grossen Stärke, zum Theil mit durch, und bilden ein rothes oder gelbes Scheibgen, das zwar schwach ist, gleichwohl aber dasjenige, welches man ganz allein zu sehen verlanget, einigermassen bedecket.

(f) Man muß bey diesem Versuche das Prisma so lange um seine Achse drehen, bis das Bild, an statt höher zu steigen, im Gegentheile zu sinken beginnet, denn sonst würde man statt einer Zirkelscheibe eine eyrunde bekommen. Ja, es ist dieser Vorsicht ohnerachtet, der Umkreis der Scheibe gleichwohl kein Kreis, der nach der mathematischen Schärfe genommen wäre.

Bild M N bestehet, eine nach der andern zu Gesichte bekommen, woferne man nur eben so viele gefärbte und durchsichtige Körper, als es Strahlengattungen im Lichte giebt, bey der Hand hätte.

Die Strahlen behalten nicht nur, gleichwie der iztbeschriebene Versuch zeiget, nach dem zweyten Brechen, sondern auch nach dem dritten, vierten u. s. w. noch immer den vorigen Grad der Brechbarkeit, und die ihnen eigene Farbe. „Ich habe zuweilen, sagt „NEUTON, damit das Bild recht offt seit„wärts gebrochen werden möchte, hinter das „zweyte Prisma noch ein drittes, und hinter „dieses das vierte gestellet; Allein eben diejenigen Strahlen, welche von dem ersten Prisma am stärkesten gebrochen wurden, die wurden es auch von allen übrigen, und zwar „ohne daß sich das Bild deswegen weiter gegen die Seite ausgebreitet hätte. Da nun „diese Strahlen sich einmahl wie das andere „stärker als die übrigen brechen, so wird ihnen mit allem Rechte eine stärkere Brechbarkeit beygeleget. (g) Eben dieses lässet sich auch auf folgende Weise darthun.

## IV. Versuch.

### Anstalt.

Man bricht einen fingerdicken Sonnenstrahl, wie bey dem ersten Versuche. In einiger Entfernung

(g) Optik, 1. B. 1. Theil, 2. Prop.

fernung vom Prisma, stellet man ein dünnes Täfelgen von einem Schuh ins Gevierdte, senkrecht hin. Dieses muß in der Mitte ein rundes und etwa einen Viertelszoll weites Loch haben, damit nur ein Theil von dem gebrochenen Lichte durchfallen, das übrige aber aufgehalten werden möge. Hinter diese Tafel, und zehn bis zwölf Schuh weit davon, stellet man eine andere ähnliche hin, und weiset abermahls einen grossen Theil des durch die erste Tafel gefallenen Lichtes damit ab. Hinter dieser leztern Tafel bekommet ein zweytes Prisma seine Stelle, also, daß der Winkel desselbigen der Tafelöfnung gerade gegenüber stehe, das durchfallende Licht auffange und breche. Man sehe die 5. Figur.

Beede erwähnte Tafeln werden durch die Linien P Q p q, nur soviel ihre Stellung und ihren Ort betrifft, vorgestellet. Unten ist ein metallener Fuß daran, der sich in dem Schafte des Gestelles höher und niedriger verschieben, und vermittelst einer Schraube O, Fig. 6. anhalten lässet. Die mitten in der Tafel befindliche Oefnung hat beynahe einen Zoll im Durchschnitte, und kann vermittelst einer meßingenen gleich einer halben Zirkelfläche gestalteten Platte, nach Belieben enger gemachet werden. Die Platte hat nämlich ohnweit ihres Randes verschiedene Löcher von allerley Grösse und Gestalt; da man nun sie selbst um den Mittelpunkt ihres Zirkels verschieben kann, so können auch

alle ihre Oefnungen, eine nach der andern, vor die Oefnung in der Tafel gebracht werden.

Das erste Prisma wird sachte um seine Achse gedrehet, und dabey Acht darauf gegeben, daß einer von den gebrochenen Strahlen nach dem andern, durch die Oefnung X in der ersten Tafel, und von solcher durch die Oefnung der zweyten Tafel, bis an das Prisma s t v kommen, und daß bey diesem Vorgange weder die Tafeln, noch das nurberührte zweyte Prisma im geringsten verrücket werden möge, indem sonst nicht alle Strahlen, die man auf die Probe stellen will, die Seite des Prismatis s t unter einerley Winkel treffen könnten.

Endlich so muß man auch einige Schuh weit von dem zweyten Prisma eine weisse Pappe, wie Y y, hinstellen, die von jenem gebrochene Strahlen damit auffangen, und die Stelle, welche ein jedweder einnimmet, genau bemerken.

## Erfolg.

Verfähret man auf diese Weise, so wird man allemahl gewahr, der rothe Strahl erhebe sich nach Z, der gelbe etwas höher, der blaue aber, und violette, noch höher.

Es erhellet demnach aus diesem Versuche, daß eben diejenigen Strahlen, welche bey dem Durchfahren durch das erste Prisma am stärksten gebrochen wurden, ein gleiches auch bey dem Durchfahren durch das zweyte Pris-

ma leiden. Doch ich will noch einen Beweis beybringen.

# V. Versuch.

## Anstalt.

Man theile ein Stückgen Pappe, das etwa ein Paar Zolle breit, und fünf bis sechs lang ist, vermittelst einer geraden Linie, wie A B, Fig. 7. in zwo gleiche Hälften, und leime auf die eine Hälfte A B C D ein dunkelblaues Stückgen Tuch, auf die andere Hälfte ein scharlach- oder karmosinrothes. Nachgehends lege man die Pappe fünf bis sechs Schuh weit vom Fenster auf den Boden des Gemaches hin, also, daß das Tagelicht darauf falle, man trete acht bis zehn Schuh weit davon zurücke, und betrachte sie durch den Winkel eines Prisma, also, daß nicht nur die Länge desselbigen mit der langen Seite des doppelfärbigen Pappstükgens, sondern auch diese wie jene mit dem Gesichtskreise und der Breite des Fensters gleichlaufe. Man sehe die 7. Figur.

## Erfolg.

Ist der brechende Winkel des Prismatis aufwärts gewendet, wie E, so erscheinet nicht nur das Bild des Pappenstükgens bey F in der Luft, sondern es scheinet auch die blaue Hälfte a b c d höher als die rothe zu schweben, und von ihr abgesondert zu seyn.

## Ursache.

Indem das Auge durch das Prisma siehet, erblicket es das Pappenstücke C D G H vermittelst solcher Lichtstrahlen, welche durch das Fenster auf die rothe und blaue Tuchstükgen fallen, und von diesen abspringen. Indem aber dieses Licht vor dem Einfallen ins Auge in dem Winkel des Prismatis gebrochen wird, so siehet das Auge die Sache in der Richtung der gebrochenen Strahlen, das ist, in einem höhern als ihrem wahren Orte. Erzeigete nun dieses erstmalige Brechen bey den rothen Strahlen eben dieselbige Wirckung, als bey den blauen, so würde jedweder Punkt der Oberfläche C D G H eben dieselbige Stelle, die er daselbst hat, auch im Bilde beybehalten, folglich würde das Bild der Sache, die es vorstellet, vollkommen gemäs seyn: da nun aber die Hälfte a b c d höher als die andere Hälfte erscheinet, so ist dieses ein unfehlbares Anzeigen, das blaue Licht werde stärker gebrochen als das rothe. Hätte man irgend einen Zweifel, ob auch diese Ursache die wahre seyn möchte, so dürfte man nur nach und nach ein grünes, gelbes und rothes Stükgen Tuch über die Hälfte A B C D dekken. Denn da würde man sehen, wie die dazu gehörige Bildhälfte a b c d nach eben dem Maasse, als das von ihrer Farbe angezeigete Licht einen weniger unterschiedenen oder ähnlichen Grad der Brechbarkeit hat, sich immer höher erhebe, und zulezt einerley Höhe mit der andern Bildhälfte bekomme.

Aus allen diesen Beweisen erhellet zur Genüge, wenn ein Lichtstrahl durch eine ihm eigene Farbe von

allen

allen übrigen unterschieden sey, so sey er es auch durch einen besondern und unveränderlichen Grad der Brechbarkeit, und dieser Unterschied der Lichtstrahlen sey im geringsten keine zufällige sondern eine in ihrem Wesen gegründete, folglich unveränderliche Eigenschaft. Das länglichte Bild des ersten Versuches behält seine Farben einmahl wie allemahl in eben derselbigen Ordnung, ohnerachtet die Strahlen, von denen es gebildet wird, mehr als ein Prisma durchfuhren, folglich zum öftern gebrochen wurden

Eben dieses geschiehet noch immer, wenn gleich die Strahlen von einem Spiegel, er sey von welcher Gattung er wolle, abspringen. Zwar verursachet die Beschaffenheit des Spiegels einige Veränderung in der Gestalt und Grösse des Bildes; denn ein erhabener Spiegel giebt ihm einen grössern Umfang, und eine geringere Deutlichteit, darum, weil er überhaupt das Licht verdünnet: der Hohlspiegel hingegen bringet es in einen engern Raum, kehret es nachgehends um, und vergrössert es zum Nachtheile der Deutlichkeit; der walzenförmige leget ihm die Gestalt eines schönen Regenbogens bey; Allein die Farben selbst bleiben nicht nur, aller dieser Veränderungen ohnerachtet, immer die vorigen, sondern sie behalten auch einmahl wie das andere die vorige Ordnung unter sich: es bleibet also ausgemachet, daß die Strahlen unveränderliche Grade der Brechbarkeit haben.

Indem NEUTON dem von ihm entdekten Unterschiede in der Brechbarkeit der Lichtstrahlen nachspührete, fand er noch weiter, es pflegten eben die-

jenigen Strahlen, die sich am leichtesten brechen, auch am leichtesten abzuspringen, das ist, wenn die Einfallswinkel gleich seyen, so springe der blaue Strahl eher ab als der rothe, gleichwie er auch stärker als dieser gebrochen werde. Von der Gewißheit dieser neuen Entdeckung überzeugete er sich auf folgende Weise.

## VI. Versuch.

### Anstalt.

Man bringe ein rechtwinkelichtes Prisma, wie I K L, Fig. 8. in einem wohlverfinsterten Gemache, auf das Gestelle, und lasse einen Sonnenstrahl, der nicht völlig die Dicke eines kleinen Fingers haben darf, auf die vorhin beschriebene Weise einfallen, also, daß er senkrecht, oder doch beynahe, auf die Seite I K treffe, in M gebrochen werde, und auf die weisse Pappe N N, die man etwa 5 bis 6 Schuh weit davon gerade aufstellet, ein farbichtes Bild mahle. Nachgehends drehe man das Prisma in eben der Ordnung, als die Buchstaben I K L aufeinander folgen, sachte um seine Achse, und halte ein anderes Prisma, dessen zwo gröste Seiten einen Winkel von etwa 55 Graden miteinander machen, in Bereitschaft, wie T V X.

### Erfolg.

Sobald währenden Umdrehens das Prisma I K L, der darauf fallende Sonnenstrahl

mit

mit der Grundfläche desselbigen I M, einen Winkel von 50. Graden machet, so kommen nicht mehr alle Strahlen wie vorhin durch das Brechen auf die Pappe N N, sondern es springet ein Theil von ihnen an dem Prisma ab, und wird von dem Punkte M, geradesweges nach O gewo fen.

Nöthiget man nun dieses abgesprungene Licht, seinen Weg durch das zweyte Prisma T V X zu nehmen, so wird es in selbigem gebrochen, und erscheinet auf der weissen Pappe P P, die man ihm vorhält, mit allen seinen Farben, und unter folgenden höchst merkwürdigen Umständen. Erstlich kommen die violetten und blauen Strahlen vor den übrigen zur Stelle, und nehmen ihren Plaz bey q; Nach ihnen folgen der grüne und gelbe, und nehmen ihre Stelle tiefer als jene, zum Beyspiele in r, zulezt kommen die rothen, und stellen sich noch tiefer bey s. Zweytens, sobald ein Strahl abspringet, und seinen Weg nach dem zweyten Prisma nimmet, so bald vermisset man ihn an dem gefärbten Bilde auf der Pappe N N, dergestalt, daß der Strahl, welcher zu allererst und bey Q verschwindet, in q sichtbar wird, und der nachgehends bey R und S verschwundene, in demselbigen Augenblicke in r und s zum Vorscheine kommet.

## Ursache.

Machet der einfallende Sonnenstrahl mit der Grundfläche des Prismatis I M einen etwas grös-

sern

fern Winkel als 50. Grade, so fället er auf die Seite I K beynahe rechtwinkelicht, folglich wird sein Brechen entweder gar null, oder doch unmerklich, und er nimmet eben deswegen seinen Weg in gerader Linie nach M. Allein weil er sehr schief aus der Grundfläche I L fähret, so wird er hier verhältnißmäßig gebrochen, er breitet sich um dieser Ursache willen, gleichwie in dem ersten Versuche, auseinander, und mahlet auf der Pappe N N ein Bild von allerley Farben, darunter die blaue und violette den obersten Plaz bey Q bekommet; die gelbe und rothe hingegen den untersten S, gleichwie die grüne den mittelsten R.

Drehet man nun das Prisma also um seine Achse, daß der einfallende Strahl mit dem Grundflächenstücke M I, einen etwas kleinern Winkel, als 50 Grad, machet, so fähret nicht mehr alles Licht aus dem Glase in die Luft, sondern es wird ein Theil davon von dem Punkte M in gerader Linie nach O geworfen; Ich sage, in gerader Linie. Denn da besagtes Licht bey seinem Ausfahren aus der Prismaseite K L, rechte Winkel, oder doch beynahe, mit ihr machet, so wird es nicht merklich gebrochen, ohnerachtet es aus dem Glase in die Luft fähret.

Wäre nun das Vermögen zum Abspringen bey dem sämtlichen Lichte des auffallenden Strahles gleich groß, warum sollte nicht alles, was auffället, miteinander und gleich anfänglich abspringen? Warum sollte das auf der Pappe N N gemahlte Bild nicht auf einmahl, sondern nur stükweise und nach dem Maasse der zunehmenden Schiefe, die man dem auffallenden Strahle giebt, verschwinden?

Es

Es bleibet also ausgemacht, daß es im Lichte Theile giebt, welche leichter abspringen als andere, darum, weil nicht alle Theile des Sonnenstrahles, den wir bey unserm Versuche gebraucheten, auf einmahl absprangen, ohnerachtet sie allemiteinander unter einerley Winkel auffielen.

Da nun das violette und blaue Licht, welches, wie bekannt, die gröste Brechbarkeit besitzet, auch am ersten abspringet, dahingegen das rothe und gelbe, welches sich am wenigsten bricht, im Abspringen allemahl das lezte bleibet; so können wir mit NEUTON den allgemeinen Schluß daraus machen, es bestehe das Licht aus ungleichartigen Theilen, welche den zwischen ihnen befindlichen Unterscheid durch gewisse unveränderliche Grade der Brechbarkeit und des Triebes zum Abspringen äussern, und es besässen von nurbesagtem Triebe diejenigen, welche sich am stärkesten brechen, vermöge ihrer Natur das meiste.

Dieser Unterscheid, den ich meines Erachtens durch überzeugende Versuche vor Augen geleget habe, beweiset nun allerdinges, das Licht bestehe keinesweges aus Theilen von einerley Art. Hiezu kömmet noch der Unterscheid der Farben, welcher nicht weniger unveränderlich, und das Hauptwerk des gegenwärtigen Abschnittes ist. Wir wollen dem tiefsinnigen Erfinder, der uns denselbigen zuerst entdeckete, auf dem Fusse folgen, und einige von ihm gegebene Beweise beybringen, vorher aber, um besserer Deutlichkeit willen, einige Redensarten erklären.

Ungleichartiges oder vermischtes Licht, wollen wir dasjenige nennen, welches unmittelbar von irgend einem Gestirne herkommet, und nicht die geringste Farbe an sich zeiget.

Gleichartiges oder einfaches Licht wollen wir dasjenige nennen, welches vermittelst des Brechens, oder auf andere Weise abgesondert worden, und von den folgenden Farben, nämlich roth, Pommeranzen, gelb, grün, blau, Indig und violet, eine an sich zeiget.

Indem das gefärbte Bild, das in dem ersten Versuche durch die gebrochenen Strahlen hervorgebracht wird, aus einer Menge aufeinander folgender Scheibgen von mancherley Farben, davon immer eines das andere zum Theil verdecket, zusammengesetzet ist, so folget hieraus, es seyen die Strahlen von einer gewissen Gattung mit den vorhergehenden und folgenden Strahlen anderer Gattungen vermischet, und es sey an dem ganzen Bilde keine andere Stelle, als etwa, wenn es hoch kommet, sein oberstes und unterstes Ende, welche ein gleichartiges oder unvermischtes Licht zeigen könnte: Will man also eine unter besagten Lichtgattungen ganz alleine auf die Probe stellen, und sehen, ob ihre Farbe keiner weitern Vertheilung in andere Farben fähig sey? so muß man hiezu entweder das höchste Roth oder das höchste Violet wählen, oder man muß ein solches Mittel ausfindig machen, dadurch man alle übrige Farben zuverläßig voneinander absondern kann. Jenes fället nicht nur am leichtesten, sondern es ist auch, woferne man die Unveränderlichkeit der Farben nur an ein Paar Gattungen

gen

gen zeigen will, das beste. Will man es aber bey allen und jeden Gattungen zeigen, so kann es auf folgende Weise geschehen.

## VII. Versuch.

### Anstalt.

Man bringe einen Sonnenstrahl von der Dicke eines Federkieles in ein gehörig verfinstertes Gemach, und lasse ihn zehn bis zwölf Schritte weit von dem Fenster, dadurch er ins Gemach kommet, durch ein Linsenglas A B, Fig. 9. das seinen Brennpunkt auf einige Schuhe weit von sich wegwirft, fallen. Gleich hinter das Linsenglas halte man das Prisma C D, damit der vom Glase gebildete Lichtkegel seinen Weg durch selbiges nehmen müsse; das gebrochene Licht fange man mit einer weissen Pappe auf, die ihre Stelle im Brennpunkte des Glases, oder doch beynahe, haben muß.

### Erfolg.

Der Lichtkegel mahlet nach seinem im Prisma erlittenem Brechen ein länglichtes und dabey sehr schmales Bild auf die Pappe, an welchem man die Farben viel deutlicher siehet, als wenn eben dieser Versuch, ohne ein Linsenglas dabey zu gebrauchen, angestellet wird.

Nutzen

## Nutzen.

Fände der Strahl nach seinem Einfallen ins Gemach weder Linsenglas noch Prisma auf seinem Wege, so würde er ihn schnurgerade fortsetzen, und das Lichtscheibgen a b c d bilden. Allein vorizt wird sein Licht bey dem Durchfahren durch das Linsenglas nähernd, und es fället deswegen mitten im Scheibgen in einen kleinen Raum zusammen. Lässet man nun den ganzen Lichtkegel nachgehends, wenn er aus dem Glase kommet, noch durch ein Prisma fahren, so bricht er sich nicht nur, sondern er theilet sich auch in eben so viele besondere Kegel als es Strahlengattungen, und in jedweder Gattung Schattirungen giebt. Nun sind die Gattungen an der Zahl sieben, die zwischen sie fallende Schattirungen aber unzählbar; Wenn also ein Prisma hinter das Linsenglas gesetzet wird, so entstehen allerdings unzählig viele Kegel, an deren Spize jedwede Lichtgattung in ein sehr enges zirkelrundes Räumgen zusammengebracht ist. Da nun die Mittelpunkte der besagten Zirkel, in dem schmalen Bilde e f, Fig. 10. eben so weit voneinander entfernet sind, als in dem breiten E F, das von dem Prisma ganz alleine, und ohne Linsenglas hervorgebracht wird, so ist offenbar, es müsse jedwede Lichtgattung, darum, weil sie von dem Linsenglase in einen engern Raum gebracht wurde, nicht nur stärker, sondern auch reiner, und von andern Gattungen abgesonderter erscheinen, indem die kleinen in dem Raume e f, begriffene Scheibgen, welche eben so viele Lichtgattungen vorstellen, nicht gleich den grossen zwischen

E und

E und F befindlichen ineinander fallen, noch eines das andere zum Theil verdecket.

Vermeynet man, bey dieser Weise, die Farben deutlicher voneinander abzusondern, werde das Bild e f zu schmal, so fället es sehr leicht, ihm eine grössere Breite beyzulegen. Man darf nämlich nur den Sonnenstrahl, nicht durch eine runde, sondern durch eine schmale und lange Oefnung ins Gemach fallen lassen, und dabey beobachten, daß die Länge besagter Oefnung mit der Länge des Prisma gleichlaufen müsse. Sodann wird das Bild e f, die Gestalt eines länglichten Viereckes, wie g h i k, Fig. 11. an sich nehmen, die Farben werden Streifenweise, aber eben so stark und rein, als vorher, erscheinen, und man kann mit jedweder beliebigen, nur mit Ausnahme vielleicht der Indig- und violetten Farbe, eine sichere und bequeme Probe anstellen, denn diese beede Lichtgattungen sind an sich selbst sehr schwach, sie leiden also, durch die beynahe unvermeidliche Vermischung mit dem hin und her durch das ganze Gemach zerstreuetem Lichte, sehr leicht einige Veränderung.

Ohnerachtet ich nun sowohl des NEUTONS (h) Versichern, als meine eigene Erfahrung (i) zum Bür-

(h) Optik, 1. B. 1. Abtheil. 2. Versuch.

(i) Ich wiederhole diesen Versuch nun schon 20 Jahr lang, und habe den Erfolg allemahl auf die nun beschriebene Weise befunden. Gleichwohl hat ein gewisser berühmter Mann, vor welchen ich alle Hochachtung hege, sich vor weniger Zeit auf mich berufen,

Bürgen, daß alles und jedes wirklich also erfolge, stellen kann, so darf ich doch dabey nicht vergessen, man müsse, wenn der Versuch erwünscht gelingen solle, auf folgende Umstände wohl Acht haben. Es darf nämlich die Oefnung, durch welche der Sonnenstrahl einfället, zum höchsten nicht über eine Linie breit seyn. Das Linsenglas muß man beyläufig 12 Schuh weit von ihr entfernen; gleichfalls muß es seinen Brennpunkt in eine ziemliche Ferne, als etwa auf 9 bis 10 Schuh weit werfen, und der brechende Winkel des Prisma muß wenigstens 60 Grade halten. Beobachtet man alles dieses, so übertrifft die Länge des Bildes, e f, die Breite des-

sen, als ob ich gegen ihn gestanden hätte, es gerathe mir dieser Versuch nicht. Nun ist mir zwar vorizt weder seine diesfalls an mich abgelassene Frage, noch meine Antwort im allergeringsten mehr erinnerlich, indem ich aber aus seinem Buche ersehe, daß er bey dem Versuche, davon die Rede ist, einen ganz andern, als den von Neuton angegebenen Erfolg herauszubringen gedachte, so kann es wohl seyn, daß er mich fragte, ob ich dergleichen Erfolg, als er verlangte, zuwege bringen könne? ich aber mit Nein darauf antwortete. Ich befinde mich dieses hier anzumerken, deßwegen genöthiget, weil ein gewisser holländischer Gelehrter sich vermuthlich auf diesen Mißverstand gründete, als er mich in seinen vor kurzer Zeit herausgegebenen Anfangsgründen der Weltweisheit, unter die Zahl derjenigen, welche eine vergebliche Mühe an diesen Versuch gewendet hätten, setzet, und mir sowohl als dem Ehrw. P. Castel, und dem Herrn Gautier eine Ehre beymisset, daran ich meines Ortes keinen Antheil zu haben verlange, als ob ich nämlich den Neuton auf dem fahlen Pferde erwischet hätte.

desselbigen um etwas mehr als 70mahl, und man ist befugt, daraus zu folgern, es müsse auch jedwede im Bilde vorhandene Lichtgattung, um eben so vielmahl einfacher seyn, als bey ihrer unmittelbaren Herkunft von der Sonne.

Damit man wegen eines glüklichen Erfolges desto weniger Sorge tragen dürfe, muß man das Gemach gehörig verfinstern, das Prisma nebst dem Linsenglase aus recht reinem und hellem Glase verfertigen, auch auf das feineste schleiffen lassen, ja überdieses auch an nurbesagten Werkzeugen, alles, was zu dem Versuche selbst nichts beyträget, mit schwarzem Papiere überziehen, alles in der Absicht, damit nicht etwa die gewünschte Wirkung durch einiges falsch gebrochenes oder abspringendes Licht verderbet, oder gar vernichtet werden möge.

Um nun vorizt zu erfahren, bis auf welchen Grad die Farben im Lichte beständig und unveränderlich sind, kann man sie folgenden Proben unterwerfen.

## VIII. Versuch.

### Anstalt.

Man führe, gleichwie im IV. Versuche, einen gleichartigen Lichtstrahl von beliebiger Gattung, durch ein dünnes Bret, darein man zu diesem Ende vorher ein rundes Loch von 2 bis 3 Linien im Durchschnitte bohret. Ferner versorge man sich mit einem Prisma, unter dessen Winkeln einer 30 bis 40 Grade beträget, ingleichen mit einem Linsenglase, das seinen Brennpunkt auf 7 oder 8 Zolle weit wirft. Nebst dieser Ge-

räthschaft muß man auch recht dicke Glasstücke von allerley Farben, Spiegel von allerley Gattungen, und ein Bret, darauf rothe, blaue, schwarze, gelbe und andere Tuchstükgen liegen, in Bereitschaft halten.

## Erfolg.

1. Läſſet man den Strahl gleichartigen Lichtes durch den Winkel des Prisma fallen, so bricht er sich, und machet auf der weissen Pappe, damit man ihn auffänget, einen runden Flecken von eben derselbigen Farbe, die er vor dem Durchfahren durch das Prisma hatte.

2. Ist dieser Strahl durch das Linsenglas gefahren, so bildet er in dem Brennpunkte desselbigen, zween mit den Spitzen voneinander abgewendete Kegel, und mag man dieses Licht mit einer weissen Pappe, oder mit einem Papierblate, durchschneiden, wo man will, so zeiget es dennoch allemahl eben dieselbige Farbe, als vor dem Durchfahren durch das Linsenglas, nur ist es an den Orten, da es dichter beysammen ist, auch stärker.

3. Hält man dem blauen Strahle ein rothes Glas, oder dem rothen ein blaues entgegen, so fähret entweder gar kein Licht durch, oder es behält das wenige durchfahrende seine alte Farbe unverändert. Das übrige wird von dem Glase zurük geworfen.

4. Ein Spiegel sey von welcher Gattung er will, so erzeiget er doch an einem darauf fallenden gleichartigen Strahle keine andere Wirkung, als auf das höchste diese, daß er das Licht desselbigen entweder ausbreitet, oder dichter zusammen bringet, an seiner Farbe aber verändert er nicht das geringste.

5. Gleichartige Strahlen legen den Tuchstükgen, die eine andere Farbe, als sie, haben, auch sogar den schwarzen, die ihrige bey.

## Ursache.

1. Der Strahl machet bey der Probe No. 1. deswegen kein länglichtes und vielfarbichtes Bild auf der weissen Pappe, gleichwie bey dem ersten Versuche, weil alle seine Theile einerley Art der Brechbarkeit besitzen, folglich nach dem Ausfahren aus dem Prisma noch eben so gleichlaufend unter sich bleiben, als sie vor dem Einfahren in selbiges waren. Da nun diejenigen Lichttheile, welche einerley Grad der Brechbarkeit besitzen, auch einerley Farbe zeigen, so kann bey diesem Versuche das Bild des gebrochenen Strahles nicht mehr, als eine einzige Farbe an sich haben.

Gleichwohl darf ich auch nicht verschweigen, man müsse diesen Versuch mit grosser Sorgfalt anstellen, denn sonst werde das Bild, davon wir reden, etwas in die Länge gedehnet, und es erscheine an seinen Enden ein schmaler Saum von anderer Farbe, als der Strahl hat. Eben daher kam es, daß sowohl Herr MARIOTTE, als nach ihm noch andere Personen mehr, den vom NEUTON angegebenen

Erfolg des Versuches läugneten. Will aber ein Naturforscher aufrichtig verfahren, so kann er seinem Zweifel sehr leicht ein Ende machen. Er wiederhole nur den Versuch in einem vollkommen finstern Gemache, mit einem Prisma, das weder Blasen noch Winden, dagegen aber recht gerade und wohlgeschliffene Seiten hat, und er bemühe sich über dieses nach aller Möglichkeit einen gleichartigen unvermischten Lichtstrahl zu erlangen.

Verabsäumet man den ersten Umstand, den ich als nöthig, verlange, so fähret ein Theil von dem im Gemache zerstreueten Lichte, mit dem gleichartigen Strahle zugleich, nicht nur durch die Bretöfnung, sondern auch in das Prisma; Hier wird dieses Licht in seine Bestandtheile zerleget, und folglich bringet es Farben, die man ausserdeme nicht sehen würde, an dem Bilde hervor.

Ist das Prisma fehlerhaftig, so bricht es die Strahlen unordentlich, und trennet die Lichtgattungen nicht so genau, als es seyn sollte, voneinander; daher kann auch in diesem Falle der Strahl, den man durch die Bretöfnung fahren lässet, ohnmöglich vollkommen gleichartig seyn, gleichwie er doch seyn sollte.

Uebrigens mag dieser leztbesagte Fehler rühren, woher er will, man mag nämlich entweder einen allzudicken Strahl genommen, oder ihn nicht gehörig ausgesuchet haben, so wird ihn doch, wenn er nicht vollkommen einfach ist, das zweyte Prisma allemahl in seine Bestandtheile zerlegen, und dieses Zerlegen wird sich durch die fremde Farbe am Bildrande offenbaren.

Unterdessen mag man bey diesem Versuche so ungeschikt umgehen, und so wenig Vorsichtigkeit gebrauchen, als man immer will, so siehet man doch ohne Mühe, es gleiche das Bild eines von dem Prisma gebrochenen einfachen Strahles, einem durch eben dasselbige Prisma hervorgebrachten Bilde eines zusammen gesezten Strahles ungemein schlecht, und es sey die allenfalls jenem beygemischte fremde Farbe gegen die an dem leztern erscheinende Farben etwas so geringes, daß jedwedes von Vorurtheilen freyes Gemüthe, diesen unerheblichen Fehler lieber einer Unvollkommenheit der Werkzeuge, oder des Verfahrens, schuld geben, als zum Grunde eines Einwurfes gegen die neutonische Lehre, welche so viele andere Beweise vor sich hat, machen wird.

2. Dem einfachen Lichte wiederfähret bey dem Durchfahren durch ein Linsenglas eben das, was einem Strome von vermischtem Lichte wiederfahren würde, es wird nämlich immer mehr und mehr verdichtet, und endlich in einen Brennpunkt zusammen geworfen, wornach es verlaufend, und nach dem Maasse seines Fortrückens, beständig dünner wird. Die Ursache von diesem allen habe ich in der Dioptrik bereits beygebracht. Unterdessen verursachen die zunehmenden Grade seines Verdichtens und Verdünnens zwar wohl, daß es bald stärker, bald schwächer scheinet, sie verändern aber nicht das geringste an seiner Farbe. Es behält sogar an eben dem Orte, wo es den wenigsten Raum einnimmet, nämlich im Brennpunkte des Linsenglases, des stärkern Glauzes ohnerachtet, eben die vorige Schattirung.

rung. Denn da alle und jede Theile dieses Lichtes einerley wesentliche Beschaffenheit haben, so findet zwischen ihnen kein anderer Unterscheid Plaz, als daß sie sich einander bald mehr, bald weniger nähern.

3. Wären die im Lichte vorhandene Farben weiter nichts, als zufällige Einschränkungen einer an sich selbst gleichartigen flüßigen Materie, so würde schwerlich ein bequemeres Mittel zum Hervorbringen solcher Einschränkungen ausgedacht werden können, als dergleichen durchsichtige Körper, die wir gefärbet nennen. Gleichwohl siehet man aus dem dritten Erfolge, daß ein rother Strahl, wenn er mit einem blauen Glase, oder ein blauer, wenn er mit einem rothen Glase aufgefangen wird, entweder gar nicht durchfahre, sondern völlig davon abspringe, oder, woferne ja ein Theil von ihm durchs Glas fähret, das Durchgefahrene seine vorige Farbe ohne die geringste Veränderung beybehalte. (k) Die Ursache ist, weil dergleichen durchsichtige Körper im geringsten keine Materien sind, welche das Licht zu färben vermöchten, sie sind vielmehr nur einem Siebe ähnlich, das, so viel die Art seiner Durchlöcherung betrift, mit dieser oder jener Strahlengattung eine Verwandschaft hat. Also siebet sich zum Beyspiele, rothes Licht sehr leicht durch ein solches Glas,

(k) Will man diesen Versuch mit erwünschtem Erfolge anstellen, so muß man sehr dicke und recht dunkel gefarbete Gläser dazu gebrauchen; so muß auch der blaue Strahl, den man mit dem rothen Glase auffänget, recht rein, und das Gemach wohl verfinstert seyn.

Glas, das keine blaue Strahlen durchfallen lässet; dagegen fahren die blauen ohne Hinderniß durch ein Glas, das die rothen Strahlen beynahe allemitein-ander abweiset.

4. Der zweyte Erfolg lehret, es verändere einfaches Licht seine Farbe deswegen, weil es, vermittelst des Brechens, mehr oder weniger verdichtet wurde, im geringsten nicht. Eben so wenig verändert es dieselbige, wenn es der Probe mit dem Abspringen von allerley Spiegeln unterworfen wird. Die Ursache bleibet beständig eben dieselbige. Es ist nämlich die Farbe des Lichtes etwas zu seinem Wesen gehöriges, nicht aber beruhet sie auf seiner zufälligen mehrern oder geringern Dichte.

5. Fället ein rother, gelber oder blauer Strahl auf irgend eine beliebige Oberfläche, so erlöschet er entweder, oder er springet davon ab, und machet den Plaz, darauf er fiel, sichtbar. In dem leztern Falle erscheinet die Sache deswegen mit der eigenen Farbe des Lichtes, davon sie erleuchtet wurde, weil die nurbesagte Farbe zu dem Lichte gehöret, unwandelbar ist, und von einer Oberfläche, die es zurücke wirft, eben so wenig, als von einem durchsichtigen Körper, der es durchfahren lässet, verändert werden kann.

Jedermann weis, wenn roth und hellgelbe zusammen gemischet werde, so entstehe daraus eine solche Farbe, als eine Pommeranze oder Ringelblume an sich zeiget; gleichfalls entstehet bekanntermassen aus der Vermischung von blau und gelber Farbe eine grüne, und aus Purpur und blau eine dem Indig ähnliche Farbe. Dergestalt könnte man vermu-

then, es gebe unter den prismatischen Farben eigentlich nur vier einfache oder Grundfarben, hingegen sey das Pommeranzengelb nebst dem Grünen und dem erstern Violet, nur aus jenen zusammen gesetzet. Ohne Zweifel fiel dieses dem NEUTON eben sowohl bey, als denen, die nach ihm daran dachten; An statt aber, es dabey bewenden zu lassen, gleichwie einige Gelehrte, es sey nun aus Mangel der Untersuchung, oder aus Vertrauen auf unrichtige Versuche, thaten, forschete er vielmehr mit äusserster Sorgfalt nach der wahren Beschaffenheit der Sache, und wurde endlich durch folgende drey Versuche gänzlich überzeuget, es wären die drey zweifelhaftigen Farben eben so einfach und ursprünglich als die übrigen.

## IX. Versuch.

### Anstalt.

In einem wohlverfinsterten Gemache, und in einer ziemlichen Entfernung vom Fenster, richte man ein dünnes Täfelgen A B, Fig. 12. auf. Es stehet auf einem Fusse, den man nach Belieben höher und niedriger richten kann, ist länger als breit, und hat in der halben Breite zwo in gerader Linie untereinander stehende runde Oefnungen, C, D, jedwede 4 Linien weit, und 7 bis 8 Zoll von der andern entfernet. Einige Schuh weit hinter dem Täfelgen stehet eine ebenfalls gerade aufgerichtete Pappe E E, die man nach Erfordern weiter weg, oder näher herrücken kann.

Hier-

Hierauf lässet man, vermittelst eben solcher Anstalten, als bey dem VII. Versuche geschah, durch das Loch D, einen recht reinen rothen Strahl auf die Pappe fallen, da er denn bey F, eine runde Scheibe von gleicher Farbe bilden wird. Gleichfalls lässet man, vermittelst eines andern, und gleich dem vorigen, nur aber gegensinnisch gebrochenen Sonnenstrahles, durch die zweyte Oefnung des Täfelgens C, einen Citrongelben Strahl auf die Pappe fallen, also, daß sein Bild das vorige rothe genau überdecke.

Auf gleiche Weise wird hernach von dem einen Sonnenstrahle das Gelbe, von dem andern aber das Blaue, und endlich auch das Blaue, und das lezte Violet in einen Raum zusammen gebracht, zu welchem Ende man die beeden Prisma G g, sachte um ihre Achse verwenden, auch die Entfernung, sowohl zwischen den beeden Prisma und dem Täfelgen, als zwischen diesem und der Pappe etwas ändern muß.

Hat man nun dergestalt aus zwo Farben Bilder zusammen gesetzet, so bringet man auch andere, jenen ähnliche, wiewohl nur vermittelst einfachen Lichts, hervor. Man verstopfet nämlich eine von beeden Oefnungen C, D, und lässet aus einem von beeden Prisma, Pommeranzengelbes, grünes und Indigblaues Licht, eines nach dem andern, auf die Pappe fallen.

Nachgehends vergleichet man die leztern Bilder mit den erstern, indem man sie beederseits durch das Prisma H betrachtet.

## Erfolg.

Ist das Bild durch Licht, das von einem einzigen Prisma, es sey nun G oder g, herkam, hervorgebracht worden, so erscheinet es allemahl rund, und zeiget, so groß als es ist, überall einerley Farbe, man mag es nun durch ein Prisma, oder mit blossen Augen betrachten.

Ist das Bild zusammen gesetzet, so erscheinet es zwar dem blosen Auge eben also wie das vorige, hingegen zeiget es, durch das Prisma betrachtet, eine eyrunde Gestalt, es sticht auch eine Farbe über die andere heraus.

## Ursache.

Die vorigen Versuche zeigten uns, es möge einfaches Licht nach seiner Absonderung von den übrigen Lichtgattungen so oft als man wolle, gebrochen werden, so lasse es sich doch nicht weiter zerlegen; Eben deswegen nun behält das runde Scheibgen, das von einem einzigen Prisma herkam, beständig einerley Farbe und Gestalt, ohnerachtet man es durch das Prisma H betrachtet. Denn da alle Lichtstrahlen, die es dem Auge zuwirft, einerley Grad der Brechbarkeit besitzen, so verändert das im Glase mit ihnen vorgegangene Brechen an ihrer Stellung unter sich nicht das geringste; da sie nun überdieses auch allemiteinander einerley Farbe haben, so muß das von ihnen hinten am Auge hervor-

vorgebrachte Bild, so groß als es ist, überall eben dieselbige Farbe zeigen.

Dagegen muß aus umgekehrter Ursache, das Bild, wenn es durch zwo miteinander vermischte Farben hervorgebracht wurde, eyförmig werden, und eine von beeden Farben über die andere hervor stechen, gleichwie denn der Augenschein beedes in der That zeiget.

Indem nun also weder die Pommeranzen, noch die grüne und Indigfarbe, welche das vom Prisma hervorgebrachte Farbenbild an sich zeiget, sich weiter zerlegen lässet, sondern jedwede besagter Lichtgattungen einen ihr eigenen und ganz andern Grad der Brechbarkeit, als alle übrige Lichtgattungen, besitzet, so hat man gegründete Ursache, sie für einfache und ursprüngliche Farben zu halten.

Vielleicht möchte man einwenden: Sind diese Farben in dem Sonnenlichte wirklich vorhanden, warum siehet man sie denn ordentlicher Weise nicht, sondern nur durch Hülfe des Prisma?

Ich antworte darauf: **Erstlich**: Man siehet sie in gewissen Fällen allerdings. Dergestalt weis zum Beyspiele jedermann, wenn man einen Augenblik in die Sonne sehe, und sodann entweder die Augen schliesse, oder in einen finstern Ort trete, so habe man noch immer einen Schimmer von rother, gelber, grüner, blauer Farbe u. s. w. der keine Ursache, als die ins Auge gefallene Sonnenstrahlen haben kann, vor dem Gesichte. Gleichfalls, wenn Sonnenlicht, das durch ein sehr enges Löchelgen in einen dunkeln Ort fället, oder von einem glatten Körper abspringet, einen sehr hellen Punkt bildet, so be-

bemerket man kleine Streifgen von allerley Farben, wie einen Federbusch daran. Noch andere ähnliche Fälle lassen sich sehr oft bemerken, woferne anders man nur Acht darauf geben will.

Zweytens, ist zwar nicht zu läugnen, es zeige ordentlicher Weise weder das Tagelicht, noch das in Gestalt der Strahlen unmittelbar von der Sonne herkommende, unserm Auge einige Farben an sich; oder welches einerley, es gleiche die im Auge von ihm verursachte Empfindung derjenigen, die man empfindet, wenn es durch den Winkel eines Prisma gefahren ist, nicht im geringsten, denn es erwecket von gar keiner Farbe, weder von der rothen, noch gelben, noch blauen u. s. w. einigen Begriff in uns. Allein NEUTON antwortet: in diesem Zustande sey das Licht ein zusammengesetztes Wesen, darinnen alle seine Gattungen in gehörigem Verhältnisse miteinander vermischet, anzutreffen seyen, und der helle Glanz, damit es unsere Augen blende, rühre bloß von der genauen Mischung sämtlicher Farben her: Die Wirkung, welche sie alle auf einmahl erzeigen, müsse freylich von derjenigen, welche sie einzeln erzeigen, allerdings unterschieden seyn; auf gleiche Weise erwecke das Mahlergrün nicht die geringste Empfindung von dem Gelb und Blau, daraus es zusammen gesetzet wird, in uns; ja, es blieben uns auch bey dem Gebrauche der übrigen Sinnen die einzelnen Ursachen, durch welche eine vermischte Empfindung erreget wird, unbekannt. Doch es ist nicht genug, diese Lehre vorzutragen, man muß sie auch beweisen.

# X. Versuch.

## Anstalt.

Die Anstalten zu diesem Versuche, sind wie bey dem ersten. Nur brauchet man über dieses noch ein gutes Linsenglas von drey bis vier Zollen im Durchschnitte, das den Brennpunkt auf 7 oder 8 Zolle weit wirft, und um besserer Bequemlichkeit willen eine Einfassung mit einem Griffe hat. Fig. 13.

Drey bis vier Schuh weit vom Prisma hält man den gebrochenen Strahlen das Linsenglas I K, bleyrecht entgegen, und fänget sie bey dem Ausfahren mit einer weissen Pappe, in allerley Entfernungen auf.

## Erfolg.

Indem die Strahlen durch das Linsenglas I K, fahren, bekommen sie die Gestalt zweener mit den Spitzen voneinander abgewendeten Kegel. Fänget man sie zwischen dem Linsenglase und dem Brennpunkte desselbigen L, mit einem weissen Kartenblate auf, so wird das von ihnen gemahlete Bild immer kleiner, und bleibet gerade; Fähret man aber mit dem Kartenblate über den Brennpunkt hinaus, so wird das Bild immer grösser, und erscheinet umgekehrt, doch hat es sowohl in diesem als jenem Falle alle seine Farben.

2. Hält man das Karrenblat in den Brennpunkt L. selbst, und zwar so, daß seine Oberfläche gegen die Achse des Lichtkegels senkrecht sey, so siehet man nichts mehr, als ein kleines ungemein helles Scheibgen, das eben so wenig eine Farbe an sich hat, als wenn das Licht durch kein Prisma gefahren, sondern unmittelbar von der Sonne hergekommen wäre, und den Brennpunkt gebildet hätte.

3. Fänget man, es sey vor oder hinter dem Linsenglase etwa den vierten Theil, oder die Hälfte der gebrochenen Strahlen mit dem Rande einer Spielkarte auf, so verliehret das kleine Scheibgen etwas von seinem Glanze, und bekommet Farben.

## Ursache.

Die Gestalt, welche die Strahlen bey dem Durchfahren des Linsenglases an sich nehmen; die Verkleinerung des Bildes zwischen nurbesagtem Glase und seinem Brennpunkte L, nebst dem hernach folgenden Vergrössern desselbigen, sind gewöhnliche Wirkungen eines linsenförmigen Körpers, wenn er die Strahlen bricht, und habe ich sie anderswo schon erkläret. Gleichfalls haben wir vorhin schon gesehen, wenn die Strahlengattungen einmahl voneinander abgesondert seyen, so behalte und zeige jedwede Gattung die ihr eigene Farbe immerfort, wenn gleich sie den übrigen mehr oder weniger näher komme. Aus diesem Grunde nun kann weder der Näherungstrieb, den sämtliche Gattungen bey dem Durchfahren

fahren des Linsenglases erhalten, noch der Verlaufungstrieb, den ihr Durchkreuzen im Brennpunkte verursachet, dem Bilde seine Farbe benehmen, sondern nur seine Gestalt und Stellung verändern, und die unterste Farbe zur obersten machen.

Doch, das hauptsächlichste, darauf wir vorizt Acht geben müssen, ist dieses, daß das Bild, sobald es in den engen Raum eines kleinen Scheibgens eingeschränket wird, nicht die geringste Farbe mehr an sich zeiget, gleichwohl aber alle seine vorige Farben von neuem wieder an sich nimmet, sobald die Strahlen, daraus es bestehet, nach geschehenem Durchkreuzen sich abermahls voneinander absondern und auseinander fahren. Denn da die vorigen Farben nicht nur allemiteinander, sondern auch in eben der Ordnung, welche sie gewöhnlicher Weise unter sich beobachten, wieder zum Vorschein kommen, so waren sie keinesweges vernichtet worden, sondern daß sie im Brennpunkte verschwanden, das rührete bloß von ihrer vollkommenen Vereinigung, und von dem genau abgemessenen Verhältnisse ihrer Vermischung her. Absonderlich ist diese leztere Bedingung ein wesentlicher Umstand, indem der 3. Erfolg unseres Versuches beweiset, daß das Wegnehmen einiger gefärbter Strahlen dem kleinen Lichtscheibgen L ein merkliches Verfärben beylege.

Ich könnte den bisherigen Versuchen noch weit mehrere beyfügen; es erhellet aber vorizt schon zur Genüge, es seyen die Farben wirkliche Eigenschaften des Lichts, und an der Zahl sieben, nämlich roth, Pommeranzen, hellgelb, grün, Himmelblau, Indigviolet und Purpurviolet, nebst allen Zwischenschat-

tirungen, wirklich an ihm vorhanden; die mannigfaltige Zusammensetzung nurbesagter sieben Gattungen sey der Ursprung aller und jeder Farben, die man in der Natur wahrnimmet, dahingegen eine vollkommene und im besten Verhältnisse getroffene Vermischung sämtlicher Farben miteinander, es verhindere, daß man gar keine zu Gesicht bekomme.

Verstehet man diese Grundsätze recht, und weis sie gehörig anzuwenden, so ist man im Stande, so viel die Farben betrift, alle Wirkungen der Natur zu erklären. NEUTONS Optik liefert uns in diesem Stücke eine grosse Menge schöner Beyspiele, und will ich hievon einige der merkwürdigsten auslesen.

## Nutzen.

Betrachtet man eine erleuchtete Sache zum erstenmahle durch ein Prisma, so siehet man mit Verwunderung, sie sey mit allerley schöner Farben, gleich als mit einem Rande eingefasset, ja zuweilen auch an ihrer Oberfläche hin und wieder gleichsam gesticket. Dieses nun fället jedwedem gleich bey dem ersten Anblicke in die Augen. Mancher siehet weiter nichts als dieses; doch ein sorgfältiger Beobachter findet noch gar manches dabey zu bemerken.

Ist die Sache groß, und wird in der Nähe betrachtet, so erscheinen die Farben bloß am Rande, ist sie hingegen klein, und man betrachtet sie in einiger Entfernung, als z. B. ein Kartenblat auf 12 bis 13 Schuh weit, so erscheinet ihre ganze Oberfläche

fläche eben so farbicht, als das von dem Prisma im ersten Versuche hervorgebrachte Bild.

Scheinet das Bild nur am Rande gefärbet, so haben die gegeneinanderüber stehende Seiten verschiedene Farben, eine Seite zeiget roth und gelb, die andere grün, blau und violet; Ist die Achse des Prisma mit der Linie, welche durch beede Augen gehet, gleichlaufend, oder man hält das Prisma vertical, und siehet nur mit einem einzigen Auge durch, so erscheinen nur zween farbichte Ränder, nämlich in jenem Falle, der oberste und unterste, im zweyten, die Seitenränder. Alles dieses siehet man am besten, wenn man bey hellem Tage die viereckichten Fensterscheiben im Gemache betrachtet.

Betrachtet man eine leuchtende Sache auf einem dunkeln Grunde, so ist die Ordnung, darinnen die Randfarben sodann erscheinen, gerade das Gegentheil von derjenigen, wenn eine dunkele Sache auf einem hellen Grunde gesehen wird. Gesezt, es stehe im ersten Falle roth und gelb oben, blau und violet unten, so erfolget im zweyten Falle gerade das Gegentheil, ohnerachtet der Winkel des Prisma, dadurch man siehet, seine vorige Stellung behält.

Die Ursache von allem diesem erhellet, woferne man nur darauf Acht haben will, es werde bey dem Durchfahren durch den Winkel des Prisma jedwedes Licht, es mag nun unmittelbar von einem leuchtenden Körper herkommen, oder von irgend einer Sache abspringen, nicht nur in seine Bestandtheile zerleget, sondern auch gebrochen. Werden näm-

lich die Strahlen, welche das Bild eines weissen Papierblates, oder einer andern erleuchteten Sache ins Auge mahlen, einige mehr, andere weniger im Glase gebrochen, so muß das Bild nothwendiger Weise, es sey nun in die Länge oder Breite, vergrössert werden, und zugleich auch alle Farben der voneinander abgesonderten Strahlen deutlich vorstellen.

Hat die Sache Plaz in dem Winkel, den die am wenigsten brechbare Strahlen mit denen am meisten brechbaren, das ist, die rothen mit den violetten machen, so stossen sämtliche Farben ohne Zwischenlücke aneinander. Uebertrift sie aber den besagten Winkel an Grösse, so erscheinen nur die gegeneinanderstehenden Ränder gefärbet; einer mit roth und gelb, der andere mit grün, blau und violet; der Zwischenraum erscheinet eben also, wie mit blosen Augen, denn er ist mit Strahlen von sämtlichen Gattungen ausgefüllet, und es haben diese Strahlen ein solches Verhältniß gegeneinander, daß man kein Zerlegen des Lichtes merket. Nur muß die Oberfläche der Sache gleichförmig erleuchtet seyn; denn im widrigen Falle sind ihre hellesten Theile als eben so viel besondere Sachen anzusehen, und sodann gilt von jedwedem solchen Theile eben das, was wir von einer Sache überhaupt beybrachten.

Um dieses alles desto leichter zu begreifen, beliebe man die 14. Figur zu betrachten. Es sey A B die Höhe der Sache; Gesezt nun, das Auge hätte seine Stelle in C, so würde es dieselbige ohne Prisma, vermittelst eben so vieler geraden Strahlen, als zwischen A C und B C befindlich sind, erblicken. Allein

kein, sobald dieser Kegel von vermischtem Lichte durch den Winkel des Prisma fähret, wird jedwede in ihm vorhandene Strahlengattung, ihrer Natur gemäs, gebrochen. Nähme man also fünf Gattungen weg, und liesse nur zwo, z. B. die rothe und violette übrig, so würden aus diesen Farben zwo Spitzen E und F entstehen, hätte nun das Auge eine solche Stellung, daß es beede Spitzen fassen kann, so erschiene ihm die Sache so groß als b c, sie wäre von b bis d ohne Beymischung einer andern Farbe, ganz roth, hingegen von a bis c ganz violet. Allein, weil zwischen der Brechbarkeit des rothen und violetten Lichtes kein so grosser Unterscheid ist, daß er das Bild d c gänzlich über das Bild a b erheben könnte, so ist offenbar, es müste der Raum a d mit beeden Farben, nämlich der rothen und violetten zugleich erscheinen, folglich eine Purpurfarbe an sich nehmen.

Vorizt wollen wir die übrigen fünf Gattungen mit dazu nehmen. Gesezt also, sie fahren mit den vorigen beeden durch den Winkel des Prisma D, so werden in dem Raume zwischen E und F nicht nur zwo, sondern sieben Spitzen vorhanden seyn, und das Auge wird die Bilder, die sie ihm vorstellen, zwar zwischen b c, nur aber in engere Schranken, als die vorigen, einschliessen. Dergestalt wird der Raum a d an allen Lichtgattungen Theil nehmen. Nun setzet aber diese Vermischung das zerlegt gewesene Licht wieder zusammen, und bey diesem Zustande des Lichtes verschwinden an dem von ihm erleuchteten Orte alle Farben. Es bleiben also nur die beeden äussersten Enden b d und a c gefärbet,

darum, weil sonst nirgend einiger Raum vorhanden ist, darinn die Lichtgattungen so sehr, als zum Beybehalten ihrer Farben erforderlich ist, voneinander abgesondert wären.

Betrachtet man eine Fensterscheibe, oder etwas dergleichen, durch ein wasserrecht gestelletes Prisma, so wird man nirgendwo als an dem obersten und untersten Rande einige Farbe sehen, darum, weil das Brechen vorizt bloß in die Höhe und Tiefe geschiehet. Ist nämlich der brechende Winkel aufwärts gekehret, so werden die Strahlen bey dem Ausfahren aus dem Prisma abwärts gebogen; ist der brechende Winkel unten, so erfolget das Gegentheil. Eben aus dieser Ursache erscheinen die Farben nur an beeden Seiten, wenn die Länge des Prisma eine verticale Stellung bekommet. Nun bleiben zwar sowohl bey einer als bey der andern Stellung des Prisma die gefärbten Ränder des Fensterglases dem Augenmaasse nach noch immer gerade, hätte aber die Sache eine sehr grosse Länge, so würde sie, wenn gleich die Länge des Prisma mit der ihrigen gleichliefe, dennoch wie ein Bogen gekrümmet, erscheinen, die Ursache ist, weil die von ihren äussersten Enden auf das Prisma fallende Strahlen, einen sehr schiefen Winkel mit der Achse desselbigen machen, folglich wegen des erlittenen Seitenbrechens, die äussersten Theile der gesehenen Sache nicht in eben der Linie als die mittlern vorzustellen, im Stande seyn würden. Will man sich hievon durch die Erfahrung überzeugen, so darf man nur einen Fluß, oder einen etwas weiten Wassergraben, den die Sonne recht bescheinen kann, von

einer

einer Anhöhe durch das Prisma betrachten, so wird man nicht ohne Lust einen Wasserbogen auf der Erde erblicken, welcher dem Regenbogen, den wir zu gewisser Zeit am Himmel bewundern, vollkommen ähnlich ist.

An dem Rande einer dunkeln, aber auf einem hellen Grunde befindlichen Sache, erblicket man die Farben in einer ganz andern Stellung, als man von dem gewöhnlichen Brechen jedweder Strahlengattung vermuthen sollte; denket man nämlich, vermöge der Stellung des Prisma, roth und gelb unten, blau aber und violet oben zu sehen, so erfolget gerade das Gegentheil. Es sey G H I K, Fig. 15. eine grosse weisse an die Wand gehängte Pappe, mitten darauf sey ein Stükgen braunes Tuch, oder etwas dergleichen geleimet; und man betrachte das Tuchstükgen durch ein Prisma, dessen Länge mit G H gleichlaufe, der brechende Winkel aber aufwärts gekehret sey; Weil die rothen und gelben Strahlen schwerer als die übrigen zu brechen sind, so sollte man sie von rechtswegen an dem untern Rande des Tuchstükgens, das blaue hingegen und violette an dem obern Rande erblicken. Gleichwohl geschiehet das Gegentheil deswegen, weil das gebrochene und gefärbte Licht, damit die gesehene Sache eingefasset wird, im geringsten nicht von ihr selbst, sondern von dem hellen Grunde, darauf sie angeleimet wurde, herrühret. Man muß gedenken, als ob das braune Tuch seine Stelle zwischen zwo weissen Sachen habe, und an selbige stosse. Nurbesagte Sachen sind das obere Pappenstücke G H, g h, und das untere i k, I K. Jenes Stücke wird

von dem Rothen und Gelben, das man bey g h siehet, ingleichen von dem Blau und Violet, damit G H eingefasset ist, der Regel gemäs gefärbet, ein gleiches thut das Blau und Violet bey i k, nebst dem Roth und Gelb bey I K mit dem zweyten Pappstücke. Dergestalt ist unter allen diesen Farben keine einzige dem braunen Tuche beyzumessen, und muß man allemahl, so oft als das Prisma die Ordnung der Farben umzukehren scheinet, die Sache auf diese Weise erklären. Es geschiehet dergleichen, wenn man dieses oder jenes Stük von einer weitläuftigen Ebene, einen dunklern oder hellern Plaz auf einer grossen Oberfläche, ingleichen Bäume, oder einen Gesichtkreis, den ein sehr lichter Himmel einschränket, durch das Prisma betrachtet.

Stehet ein Trinkglas voll Wasser auf einem Tische, und es fället ein Sonnenstrahl schief auf die Fläche des Wassers, so erscheinen einige Schuhe weit vom Glase die prismatischen Farben; es geschiehet dieses nicht allemahl, wenigstens doch auf keine sehr merkliche Weise, es erstrecke sich denn der Lichtstrahl nach seinem Ausfahren aus dem Wasser, auf eine ziemliche Weite.

In einem solchen Falle ist das Wasser, dadurch der Sonnenstrahl fähret, ein wirkliches Prisma, das seinen brechenden Winkel an dem Rande des Gefässes hat. Demnach muß es eben dergleichen Wirkung, als ein dichtes Glasstücke von gleicher Gestalt thun würde, erzeigen. Indem aber die Strahlen, vermöge der ihnen eigenen Grade der Brechbarkeit, nur unter sehr spitzigen Winkeln voneinander abgesondert werden, so trennen sie sich erst

in einer ziemlichen Entfernung vom brechenden Körper so weit voneinander, daß jedweder mit seiner eigenen Farbe erscheinen kann, dahingegen erscheinet nahe am Gefässe bloß der Rand des ausfahrenden Lichtes einigermassen gefärbet.

Wird ein Diamant, absonderlich ein sogenannter Brillant, in einen Sonnenstrahl geleget, so bringet er eine unzählige Menge dergleichen gefärbte Bildgen, als das Prisma verursachet, hervor; Zwar sind sie klein, es spielen aber ihre Farben mit einem besonders hellen Glanze. Die Ursache ist, weil die vielen Flächen, die ein solcher Diamant hat, eben so viel kleine Prismata untereinander vorstellen: Das auffallende Licht theilet sich in viele kleine Lichtströmgen, und diese zertheilen sich nicht nur an den untern, und auf verschiedene Weise geneigten Flächen des Steines abermahl, sondern sie werden auch von ihnen zurükgeworfen, und, woferne es nicht etwa schon bey dem Einfahren geschah, im Ausfahren zerleget. Die Farben sind bey dem Diamante deswegen schöner als bey einem Glase, weil er nicht nur eine vollkommenere Durchsichtigkeit besitzet als dieses, sondern auch das Licht stärker bricht, folglich die Strahlen genauer zerleget. Kerzenlicht thut zwar übrigens eben dergleichen Wirkung als Sonnenlicht, nur mit keinem so starken Glanze, deßwegen denn auch der Juwelenschmuk bey nächtlichen Versammlungen so gute Dienste thut. Denn wiewohl es an einem solchen Ort, an sich selbst nie so helle ist als bey Sonnenscheine, so ist doch, wegen der grossen Menge Kerzen, eine desto grössere Menge Lichtströme, welche unmittelbar von einem flammenden Punkte herkom-

kommen, da, daher wird auch die Wirkung, davon wir reden, vervielfältiget, und um so viel merklicher gemachet.

Zu Anfange dieses Abschnittes sagte ich, NEUTON habe um die mit Gläsern versehene Fernrohre zu verbessern, die Kugelrundung mit einer andern, und zum Vereinigen sämtlicher von der Sache herkommenden Lichtstrahlen tauglichern, zu vertauschen gedacht, bey dieser Beschäftigung aber, endlich entdecket, es sey jedwedem Glase, was für eine Gestalt es immer haben möchte, etwas unmögliches, die gesuchte vollkommene Vereinigung der Strahlen zu bewirken. Nurbesagte Entdeckung nun, bestehet darinn, daß die Strahlen, daraus das Licht bestehet, ohnerachtet sie auf eben denselbigen Körper, und unter einerley Winkel auffallen, gleichwohl nicht allemiteinander gleichstark gebrochen werden, und habe ich den Beweis hievon, den Sätzen unseres Weltweisens gemäs, schon oben beygebracht. Indem ein Glas die Strahlen nicht anders als nach vorgängigen Brechen, miteinander zu vereinigen vermag, blaue aber und violette Strahlen sich bey dem Durchfahren durch ein Linsenglas stärker als andere beugen, so müssen sie einander nothwendiger Weise näher am Glase, als die rothen oder gelben Strahlen, antreffen und durchkreuzen, und es giebt dergestalt eben so viele aufeinander folgende Brennpunkte, als es Gattungen verschiedentlich brechbarer Lichtstrahlen giebt. Muß man also, um irgend ein dioptrisches Instrument zu verfertigen, den Brennpunkt eines Linsenglases bestimmen, so fället es nicht möglich, auf einmahl mehr als einen, das ist, für ei-

ne einzige Strahlengattung zu finden, dieser aber ist, wie offenbar, freylich nicht der Brennpunkt für alle und jede durch das Glas fahrende Lichtstrahlen.

Nachdem NEUTON durch die Rechnung gefunden hatte, wie weit der förderste unter sämtlichen Brennpunkten vom lezten entfernet sey, (l) so bewies er über dieses auch, vermittelst der Erfahrung, es falle der daraus entspringende Mangel bey dem Ge-

(l) Der Sinus des Einfallens für jedweden gleichartigen Strahl, ist zu seinem Sinus des Brechens, in gegebenem Verhältnisse. Das Brechen der am wenigsten brechbaren Strahlen, verhält sich zu dem Brechen der am meisten brechbaren, beynahe wie 27 zu 28. Der allerkleineste Zirkelraum, darein die Gläser eines Fernrohres alle Gattungen gleichlaufender Strahlen zusammen werfen können, ist der 55. Theil von der ganzen Oefnung des besagten Glases.

Werden die Strahlen von sämtlichen Gattungen, die von einem beliebigen in der Achse eines erhabenen Linsenglases befindlichen Punkte kommen, durch das Brechen an solchen Punkten, welche von dem Linsenglase nicht allzuweit entfernet sind, miteinander vereiniget, so wird der Brennpunkt für die am meisten brechbaren Strahlen näher bey dem Glase seyn, als der Brennpunkt für die am wenigsten brechbaren; und es verhält sich die Entfernung eines Brennpunktes vom andern, zu dem $27\frac{1}{2}$ Theile der Entfernung des Brennpunktes für die mittelmäßig brechbaren Strahlen vom Linsenglase, wie sich verhält die Entfernung des Brennpunktes vom leuchtenden Punkte, daher die Strahlen kommen, zu der Entfernung des leuchtenden Punktes vom Glase, oder doch beynahe. Neutons Optik, S. 108 und 109.

Gebrauche eines Linsenglases merklich. Er nahm ein halb roth, und halb dunkelblau gefärbtes Kartenblat, gleichwie das in unserm V. Versuche gewesen war, und umwickelte es nach der Länge etlichemahl mit groben schwarzen Zwirn, also, daß der Zwirn auf beeden verschiedentlich gefärbten Hälften gleichsam dicke Linien vorstellete. Dieses Kartenblat klebte er an die Wand, also, daß die Länge desselbigen wasserrecht stund, und stellete des Abends eine dicke Kerze davor, damit es recht stark erleuchtet wurde. Sechs Schuh weit davon befestigte er ein Linsenglas in verticaler Stellung; es war vier Zoll breit, und im Stande, sämtliche vom Kartenblate abspringende Strahlen nicht nur zu sammeln, sondern auch gegen eben so viele, sechs Schuh weit disseits vom Glase entfernete Punkte, nähernd zu machen, und dergestalt das Bild dieser Sache auf ein weisses Papier zu mahlen. Das Papier hielt er bald näher ans Glas, bald weiter weg, und gab dabey Achtung, welcher Theil von dem gefärbten Kartenblate sich deutlich abbilde. Vermittelst dieses Verfahrens bemerkete er, es bilde sich die rothe mit schwarzen Queerlinien durchzogene Hälfte nie recht deutlich und genau abgeschnitten auf dem Papiere ab, es sey dann, man halte dieses anderthalb Zolle weiter vom Linsenglase weg, als wenn sich die blaue Hälfte auf gleiche Weise abmahlen solle, woraus denn unwidersprechlich erhellet, es hätten die blauen Strahlen einen nähern Brennpunkt als die rothen, welche durch einerley Linsenglas mit ihnen fahren, und es könne folglich das Objectivglas eines Fernrohres nie mehr als nur einen Theil des auf-

fallenden Lichts in einen Ort zusammen werfen, es sey denn, daß die Farbe der gesehenen Sache eine von den prismatischen, nämlich roth, gelb, grün, blau u. s. w. sey.

Weil die gelbe mit der Pommeranzenfarbe vermenget, die lebhaftigste und helleste unter allen Farben ist, so muß man, wenn es auf die Vorstellung eines Bildes ankommet, hauptsächlich nur für den Brennpunkt dieser Lichtgattung sorgen, und die brechende Kraft eines Glases, das man zu optischem Gebrauche anwenden will, durch das Brechen dieser Strahlen, (davon der Sinus des Einfallens und des Brechens im Glase sich wie 17 zu 11 gegeneinander verhalten,) ausmessen. Richtet man sich nun auf diese Weise nach den stärckesten Srrahlen, so siehet man zwar eine Sache deutlich genug, doch nicht so deutlich, als wenn sämtliche Lichtgattungen in einem einzigen Punkte vereinigt würden. Eben deswegeu entsagte NEUTON seinem Vorsatze, den Ferngläsern eine grössere Vollkommenheit beyzulegen, und suchte dasjenige, was er mit durchsichtigen Linsengläsern auszurichten, keine Hofnung mehr hatte, durch Spiegel werkstellig zu machen. Da er aus der Erfahrung wuste, es mache jedwede Strahlengattung ihren Absprungs- und Einfallswinkel einander gleich, so hatte er in der That Ursache zu glauben, es sey eine Oberfläche, welche die Strahlen von sich wirft, das allerbequemste Mittel, sie genau miteinander zu vereinigen, und solche Brennpunkte als er haben wollte, zuwege zu bringen. Er verfertigte also dasjenige Instrument, welches heut zu Tage unter dem Nahmen des neytonischen Fern-

rohres bekannt ist, und wenn ich auf die optischen Geräthschaften komme, von mir beschrieben werden soll.

Unter allen Erscheinungen, welche mit den Farben des Lichts eine Verwandschaft haben, ist keine schöner, noch unserer Bewunderung würdiger, als der grosse Bogen, den unser Auge am Himmel, oder vielmehr an einer triefenden Regenwolke erblicket, wenn es die Sonne hinter sich hat, und dieselbige in einer gewissen Höhe über dem Gesichtskreise stehet. (m) Man hegte zu allen Zeiten einen hohen Begriff von diesem Bogen. Unsere aus der allgemeinen Sündfluth errettete Vorältern empfiengen und hielten ihn für ein Zeichen der göttlichen Gnade. Das Heydenthum machte unter dem Namen Iris eine Gottheit daraus; die Poeten strichen ihn auf alle mögliche Weise heraus; (n) und die Weltweisen strengeten alle ihre Kräfte an, um seine natürliche Ursache auszuforschen und zu erklären.

Der Erzbischof zu Spalato, welcher mit Ausgange des 16. Jahrhundertes schrieb, traf es in diesem Stücke besser als alle seine Vorgänger, denn er schrieb die Gestalt und die Farben des Regenbogens

(m) Die Sonne machet keinen Regenbogen, sie seye denn 42 Grade über den Gesichtskreis erhaben.

(n) Beynahe alle französische verliebte Gedichte, verstehen unter dem Nahmen Iris eine ungemein schöne und artige Person. Der P. Noceri, ein Jesuit in dem römischen Collegio, hat ein sehr schönes lateinisches Gedichte vom Regenbogen verfertiget, und sein Mitbruder, P. Boscowich, viele sehr lehrreiche Anmerkungen dazu gemachet.

gens den Regentropfen zu, indem die Sonnenstrahlen von ihnen gebrochen und in des Zuschauers Auge geworfen würden. (o) CARTESIUS trieb die Sache noch weiter als der gelehrte Italiäner, und erläuterte sie besser, (p) doch, sie in ihr gänzliches Licht zu setzen, das war dem NEUTON vorbehalten, indem er seine Entdeckung von der Zerlegbarkeit des Lichts, und von der einem jedweden Strahle eigenen Brechbarkeit, dabey anwenden konnte. Verlanget man die vollständige und genaue Ursache aller und jeder Umstände zu wissen, so muß man sein Buch selbst mit Aufmerksamkeit durchlesen. Ich meines Ortes werde vorizt nur soviel, als einem jedweden verständlich seyn kann, daraus beybringen, und zu diesem Ende dem Beyspiele der vorhin gedachten Na-

(o) Des Marci Antonii de Dominis Buch, kam erst 1611 heraus. Er war aber bey weitem der erste nicht, welcher diese Ursache des Regenbogens angegeben hätte; der erste war Fleischer, ein Breslauer, in einer Schrift, de iride, allein er nahm zwey Regentropfen an, einen zum Brechen, den andern zum Fortwerfen der Strahlen. Kepler zeigte schon 1605. es geschehe beedes in einem einzigen Tropfen. Nachgehends kam der de Dominis, und behauptete dieses ebenfalls. Cartesius gab nachgehends diese Erklärung für seine eigene Erfindung aus, gleichwie er denn auch keinen andern Versuch, als den schon Kepler und Dominis gebrauchet hatten, anzuführen wuste. Dominis verbesserte die Grösse des Winkels, als welche Kepler zu groß angenommen hatte, und sezte sie auf 42 Grade, worinn Cartesius ihm ebenfalls folgete. S. Wolfs verm. Ged. von den Wirkungen der Natur, §. 291. f.

(p) In seiner Schrift de Meteoris.

Naturkündiger gemäß, die hauptsächlichsten Erscheinungen des Regenbogens durch folgenden Versuch nachahmen.

# XI. Versuch.

## Anstalt.

Es gehöret hiezu eine mit Wasser angefüllete kleine gläserne Kugel, ohngefehr von der Gattung, als man unten an die crystallenen Armleuchter zu hängen pfleget: diese hänget man vermittelst zweener an ihre Pole festgemachter Schnüre in solcher Entfernung vom Fenster, und in solcher Höhe auf, daß die Sonnenstrahlen darauf fallen können. Damit man aber die Kugel nach Belieben höher aufziehen und tiefer herablassen könne, so wirft man die beeden Schnüre über zwo in der Decke des Gemaches befestigte Rollen, und lässet die Enden, gleichwie die 16. Figur zeiget, so weit herab hängen, daß man sie mit der Hand bequem erreichen kann. Zum Beschlusse, so muß man seine Stelle in einer solchen Entfernung und Höhe zwischen dem Fenster und der Kugel nehmen, daß die von der leztern ins Auge geworfene Strahlen, mit denen, welche die Sonne auf die Kugel wirft, bald einen kleinern Winkel als 40 Grade, bald einen etwas grössern als 50½ machen können.

Ex-

## Erfolg.

Beträget der nurerwähnte Winkel S F O, Fig. 17. 42 Grade und 2 Minuten, so erblikket das Auge, wenn es seine Stelle in O hat, in der Richtung O r ein sehr helles Roth.

Erhebet sich das Auge, oder welches einerley, die Kugel sinket allmählig herab, und verkleinert auf diese Weise den besagten Winkel so lange, bis er endlich wie S F B nur 40 Gr. 17 Min. beträget, so erscheinen nach und nach alle übrige prismatische Farben, nämlich gelb grün, blau, u. s. w. in den Richtungen l i, B b, u. s. w.

Ziehet man endlich, wie in der 16. Figur, die Kugel so weit in die Höhe, daß der oftbesagte Winkel 50 Gr. 57 Min. beträget, so erblicket man das Rothe in der Richtung O r'; Wird hernach mit dem Aufziehen allmählich so lange fortgefahren, bis der Winkel 54 Grade 4 Min. bekommet, so erscheinen auch alle übrige Farben, nämlich gelb, grün, blau, u. s. w. in ihrer Ordnung nacheinander.

## Ursache.

Wenn im ersten Falle Fig. 17. der Sonnenstrahl S s schief auf die Kugel fället, so beuget er sich gegen die senkrechte Linie p C, und stösset bey t an die innwendige Oberfläche des Glases. Was nun bey t nicht ins Glas eindringet, das wird nach f zurükgeworfen, indem sein Absprungswinkel seinem Auffallswinkel bey t gleich wird: An statt aber gera-

des Weges bis nach f zu fahren, beuget dieses Licht sich noch einmahl, und entfernet sich, weil es aus dem Wasser in die Luft kommet, von der senkrechten Linie p C; Da es nun so dünne als es übrigens seyn mag, gleichwohl aus allerley verschiedentlich brechbaren Strahlen bestehet, so nimmet der rothe, als der am wenigsten brechbare, seinen Weg nach O, der gelbe nach I, der blaue nach B, u. s. w. Will man nun alle diese Farben, eine nach der andern, sehen, so muß entweder das Auge von O nach B empor rücken, oder man muß die Kugel um soviel herablassen; und sodann machet der einfallende Strahl S s mit dem ausfahrenden v B einen Winkel, der um 1 Grad 47 Minuten kleiner ist als S F O.

Nun ziehe man die Kugel höher empor, als sie im vorigen Falle war, man lasse Fig. 16. den Sonnenstrahl auf ihren untern Theil fallen, und untersuche, nach Anleitung der anderswo von uns festgestellten Gesetze für das Brechen und Abspringen der Strahlen, was für einen Weg er nehmen müsse, so wird man sehen, er breche sich anfänglich, und komme nach d, von hier springe er ab nach e, von e nach g, und werde hier, indem er aus der Kugel in die Luft fähret, zum zweytenmahle gebrochen. Bey dieser Gelegenheit wird er, wie im ersten Falle, in seine Bestandtheile zerleget; er zertheilet sich, das rothe gehet, weil es sich am wenigsten bricht, nach O, das gelbe nach I, das blaue nach B u. s. w. Will man also sämtliche Farben nacheinander sehen, so muß vorizt entweder das Auge erniedriget; oder die Kugel erhöhet werden. Vergleichet man nachgehends

gehends den Winkel S F B mit S F O, so befindet man ihn um 3 Grade 7 Min. grösser.

Um nun vermittelst dieses Versuches den Regenbogen auf eine höchstwahrscheinliche Weise zu erklären, darf man nur die aus der Wolke fallende Regentropfen mit der gläsernen Kugel vergleichen. Denn sie haben gleich ihr eine kugelrunde Gestalt, oder doch beynahe, und es thut die Grösse hier nichts zur Sache. Weil die Kugel, indem sie von D nach E herab sinket, Fig. 17. und von G nach H aufsteiget, Fig. 16. die prismatischen Farben in folgender Ordnung, roth, gelb, grün, blau, violet, nacheinander vorstellet, so würde man zwo Farbenreihen auf einmahl erblicken, nämlich eine in dem Raume zwischen E und D, die andere in dem Raume zwischen G und H, woferne nur jedweder Raum mit einer Reihe kleiner und an einer Stelle verbleibender Wasserkügelgen angefüllet wäre. Die Ordnung der Farben in der Reihe von D nach E herab, würde seyn, roth, gelb, grün, blau, violet. Eben diese Ordnung würde auch in der Reihe von G nach H, nur aber aufwärts erscheinen. Nun verlängere man in Gedanken beede Reihen, daß Umkreise zweener halben Zirkel daraus werden, und man setze das Auge in den Mittelpunkt besagter Zirkel, so hat man zween halbrunde mit allerley Farben prangende Streifen; die Breite derselbigen beträget so viel als E D und G H, das ist, sie hat zu dem Unterscheide zwischen den Strahlen, die sich am meisten und am wenigsten brechen, ein Verhältniß, und es erscheinen die Farben beeder Streifen in umgekehrter Ordnung gegeneinander.

Alles dieses trifft mit dem, was der Regenbogen zeiget, vortreflich wohl überein: denn er ist gemeiniglich gedoppelt. Der untere Bogen hat die hellesten Farben; die rothe Farbe ist bey ihm die oberste; auf diese folget die gelbe, grüne, blaue u. s. w. alles von oben herab zu verstehen. Dagegen ist in dem obern Bogen roth das unterste, und sodann folgen die übrigen Farben in der vorigen Ordnung, nur aber aufwärts, Fig. 18. Auch kann dieser Bogen nicht so helle seyn als der vorige, weil sein Licht um einmahl öfter, als bey dem Bilden des untern Bogens abspringen muste, folglich mehr geschwächet wurde.

Zwar stellen sich die Farben in der 16. und 17. Figur dem Auge in ganz anderer als der nurerwähnten Ordnung vor, das ist, gerade umgekehrt, als sie an beeden Regenbogen erscheinen. Allein, es ist zu erwägen, daß unser Auge, wenn es sie am Himmel siehet, ihnen ihre Stelle daselbst, vermittelst lauter Richtungen, die einander in den Punkten des Ausfahrens g und f durchschneiden, anweise. Dergestalt siehet es also das Rothe in r, das Gelbe in i, das Blaue in b, und daher kommt es, daß an dem untern Bogen der äussere, an dem obern hingegen, der innere Rand die rothe Farbe zeiget.

Was die Breite betrifft, so ist sie zwar bey einem Bogen wie bey dem andern, grösser als die Schranken, in welche die sämtlichen Grade der Brechbarkeit ungleichartiger Strahlen eingeschlossen sind; Allein man muß hiebey in Erwägung ziehen, daß der Sonnendiameter ohngefehr einen halben Grad betrage. NEUTON setzet die Breite des untern

Bo-

Bogens auf 2 Gr. 15 Min. des obern, auf 3 Gr. 40 Min. Ihre Entfernung voneinander auf 8 Gr. 25 Minuten.

Vermittelst eben solcher Gründe als die bisher angeführeten sind, erkläret man auch die Farben, die unter gewissen Umständen rings um ein Springwasser erscheinen. Man siehet diese Erscheinung nur, wenn das Wasser durch den Wind in einen Staubregen zertheilet wird, die Sonne darein scheinet, und der Zuschauer dieselbige im Rücken hat. Unterdessen geschiehet es gleichwohl nicht in jedweder Stellung des Auges; Giebt man nun genau darauf Acht, was für eine eigentlich dazu erfordert werde, so findet man, es müsten die Strahlen, welche die Sonne auf das Wasser wirft, mit denen, welche vom Wasser in des Zuschauers Auge fahren, eben dergleichen Winkel miteinander machen, als die Erscheinung eines Regenbogens erfordert.

Siehet man einige Zeit nach Aufgang der Sonne von einem ziemlich erhabenen Orte auf eine Wiese, so erblicket man zuweilen farbichte Kreise, entweder ganz, oder nur Stükweise darauf. Die Ursache ist, weil die Thautröpfgen nach aufgegangener Sonne noch eine Zeitlang auf dem Grase liegen bleiben, das auf sie fallende Licht brechen, und zurükwerfen. Will man nun den Weg, den die Strahlen in einem solchen Falle nehmen, genauer ausforschen, so muß man die Höhe der Sonne über dem Gesichtskreise, die Stellung des Auges, das Vermögen eines auf der Erscheinungsstelle befindlichen Wassertröpfgens, so viel das Brechen und Fortwerfen der Strahlen betrifft, und endlich auch die ver-

verschiedenen Grade der Brechbarkeit bey den Strahlen, daraus das Sonnenlicht bestehet, wohl erwägen. Zum Beschlusse, so sind auch die farbichten Kreise, die man zuweilen um die Sonne oder den Mond erblicket, eine Wirkung von dem Brechen, das die Strahlen bey ihrem Durchfahren durch Wassertröpfgen ausstehen, denn es gehet an, diese Kreise einigermassen nachzumachen, wenn man eine brennende Kerze hinter einen sattsam dicken Wasserdampf stellet.

# II. Abtheilung.

## Von den Farben, in soferne sie in der gesehenen Sache, und im Gesichtssinne vorhanden sind.

Es ist nicht zu läugnen, ein Körper trage zu den Farben, die er an sich zeiget, auf gewisse Weise selbst etwas bey. Denn wiewohl die vorige Abtheilung zur Genüge beweiset, es sey alles, was unserm Auge einen Körper weiß, gelb oder grün darstellen kann, wirklich im Lichte vorhanden, so ist es doch, wenn er uns also erscheinen solle, nicht genug, daß Licht auf ihn falle, sondern es wird über dieses auch eine in ihm selbst vorhandene Eigenschaft dazu erfordert, ein Vermögen, nur einige, nicht aber alle Bestandtheile des auffallenden Lichtes, entweder von sich zu werfen, oder durchfahren zu lassen.

Ich sage, gewisse Strahlen entweder von sich zu werfen, oder durchfahren zu lassen; denn alle Kör-

per,

per, die wir gefärbet nennen, sind entweder dunkel oder durchsichtig. Worinnen sollte nun wohl die vorhin erwähnte Eigenschaft sonst bestehen als darinnen, daß die Oberfläche eines dunkeln Körpers auf eine besondere Weise ineinander gewebet ist, oder ihre Bestandtheile in einer gewissen Ordnung nebeneinander vorhanden sind, dahingegen der durchsichtige Körper solche Durchlöcherungen hat, die sich, es sey nun wegen ihrer Weite oder Gestalt, für diese oder jene Lichtgattungen schicken.

Dieser Begriff kann für hinlänglich gelten, woferne man glaubet, das Licht verändere seine Stelle in der That, das ist, die Lichtkügelgen führen wirklich aus dem leuchtenden Körper auf die sichtbaren Dinge, und von diesen in unser Auge. Glaubet man, sage ich, eine solche Bewegung des Lichts, so gehet es an zu sagen, eine Licht von sich werfende Oberfläche sey aus lauter derben Theilgen zusammen gesetzet, daran das Licht, wenn es an sie stosse, apprallen müsse. Im Gegentheile sey ein durchsichtiger Körper ein Sieb, das dem grösten Theile des Lichts den Durchgang vergönne. Will man nun ferner die Ursache der Farben angeben, so muß man, vermöge der angenommenen Sätze, sagen, es sey die Oberfläche der derben, und die Durchlöcherung der durchsichtigen Körper dergestalt eingerichtet, oder sie habe zu dem Lichte ein solches Verhältniß, daß nur gewisse Strahlen, wenigstens doch in grösserer Menge, als andere, entweder durchfahren können oder abgewiesen werden; Also siebe sich zum Beyspiele, nur rothes Licht, durch einen Rubin, und springe dagegen vom Zinnober ab; Ein gleiches

thue ein Topas und Gold mit dem gelben Lichte, ein Smaragd und Gras mit dem grünen, u. s. w.

Hält man es aber mit dem CARTESIUS, und glaubet, die Lichtstrahlen führen im geringsten nicht aus einem Orte in den andern, sondern es bestehe ihre ganze Bewegung nur in einem Zittern oder Schwanken, das die Kügelgen, daraus sie bestehen, ohne ihren Ort zu verändern, einander mittheilen; Glaubet man ferner, gleichwie wir unseres Ortes thun, es pralle das Licht, oder vielmehr nur seine Bewegung keinesweges an der eigenen Materie einer Oberfläche ab, sondern nur an den Lichtkügelgen, damit die Zwischenräumgen der Oberfläche, und die Mündungen derselbigen ausgefüllet seyen, so reichet die vorhin gegebene Erklärung von dem Entstehen der Farben bey weitem nicht hin. Denn wozu hülfe es doch? die durchsichtigen Körper für Lichtsiebe zu halten, wenn es der Lichtmaterie an der nöthigen Bewegung, durch sie zu fahren, fehlet.

Wir müssen also noch ferner annehmen, es seyen nicht nur die leeren Räumgen der Lichtwerfenden Oberflächen überhaupt mit Lichtmaterie angefüllet, und würfen eben deswegen das auf sie fallende Licht von sich, sondern es habe auch jedwede gefärbte Oberfläche nur eine gewisse Gattung Lichtmaterie in ihren leeren Räumgen, folglich sey diese Gattung geschikt, eine ihrer Beschaffenheit gemässe Bewegung an sich zu nehmen, und auf andere ihr ähnliche Lichtkügelgen fortzusetzen. Dergestalt färbet die Cochenille nicht durch ihre eigene Materie roth, sondern sie thut es deswegen, weil ihre in die leeren Räumgen der Wolle vertheilete und darinnen klebende

bende Theilgen gleichsam lauter kleine mit rothmachendem Lichte angefüllete Schwämmgen sind, besagtes Licht aber keinen andern Lichtkügelgen, als nur denen von seiner Gattung, einen Gegenstoß versetzet, dahingegen die Lichtkügelgen von andern Gattungen, aus Ermangelung eines gemässen Gegenstosses, an ihm erlöschen, oder ihre Bewegung verliehren.

Noch müssen wir uns gefärbte und dabey durchsichtige Körper nicht als blose Siebe vorstellen, sondern als Netze, in deren Maschen sich eine gewisse Lichtgattung aufhält, diese Gattung lässet sich weder in Bewegung setzen, noch pflanzet sie dieselbige weiter fort, sie werde ihr denn von Strahlen, die einerley Natur mit ihr haben, beygebracht. Dergestalt sind im Burgunderwein die reihenweise fortlaufenden leeren Räumgen mit lauter rothmachenden Lichtkügelgen angefüllet; welche, wenn vermischtes Licht auf sie fället, keine andere Bewegung weder annehmen, noch fortsetzen, als welche für die Strahlen von ihrer Gattung gehöret.

Die leeren Räumgen solcher Oberflächen, welche vollkommen Strahlenwerfend sind, das ist, welche alle und jede Lichtgattungen entweder einzeln, oder alle zugleich von sich werfen, und den Nahmen der Spiegel tragen, sind gleich den durchaus hellen Körpern, (limpida) als z. B. dem Glase, dem Wasser, u. s. w. mit Lichtkügelgen von allen Gattungen, und in eben dergleichen Verhältnisse, als die Natur bey dem Zusammensetzen des Sonnenlichtes beobachtet, angefüllet. Daher kommet es, daß dergleichen Körper allezeit fertig sind, den von

gleichartigen, es sey nun getrenneten oder vereinigten Strahlen empfangenen Stoß, entweder zu versetzen, oder weiter fortzupflanzen.

Weisse Oberflächen, ingleichen unfärbige Körper, die eine unvollkommene Durchsichtigkeit besitzen, sind von den vorigen nur als mehr und weniger unterschieden. Das ist, es geschiehet bey ihnen das Abspringen oder Durchfahren des auffallenden Lichtes unordentlich und mit Verluste, entweder weil ihre Zwischenräumgen nicht in gehöriger Ordnung fortgehen, oder weil ihre eigene Materie, vermittelst der Gestalt, Grösse, oder Ordnung ihrer Theile eine Hinderniß in den Weg leget.

Endlich, so ist das, was wir trübe, dunkel und schwarz nennen, nur ein grösserer oder geringerer Mangel des durchgefahrenen oder abgepralleten Lichts, und rühret daher, weil die erleuchteten Körper, welche uns also erscheinen, die Kraft des Lichts in sich schlucken oder auslöschen. Die Ursache, warum sie es thun, muß vermöge der Meynung, die ich vorizt vortrage, daher geleitet werden, weil nämlich das in ihren Zwischenräumgen vorhandene Licht in der eigenen Materie besagter Körper allzusehr verwickelt, folglich ausser Stande ist, von dem einfallenden Lichte mit völliger Stärke angestossen zu werden, und den empfangenen Stoß auf gleiche Weise fortzusetzen.

Weil man noch nicht einig ist, auf was für Weise das Licht in Bewegung gesetzet werde, sondern sehr viele noch heutiges Tages, dem wirklichen Ausfliessen der Lichtkügelgen, oder dem Versetzen derselbigen, aus einem Orte in den andern, beypflich-

ten, so verlange ich das voriztangeführte nicht höher als für eine blosse Meynung auszugeben; Unterdessen mag man sie nun annehmen, oder man mag das angebliche Daseyn des Lichts im Innwendigen der Körper, und die Weise, wie nach meinem Erachten der Stoß der auffallenden Strahlen entweder mitten durch die durchsichtigen Körper fortgesetzet, oder von einer dunkeln Oberfläche abgewiesen wird, verwerfen, so vermag man doch schwerlich das Hauptwerk besagter Meynung, welches mit jedweder andern bestehen kann, in Abrede seyn, es beruhe nämlich, gleichwie schon Anfangs erwähnet wurde, die Farbe der natürlichen Körper hauptsächlich auf der Ordnung, grössern oder geringern Dichte, und besondern Gestalt ihrer Theile, in soferne sie dadurch fähig sind, das Licht stärker oder schwächer, entweder zu brechen, oder von sich zu werfen, und den Körper, vermittelst dieser oder jener Strahlengattung sichtbar zu machen.

Man kann bey dieser Materie nicht umhin, sich alle Augenblicke auf NEUTON zu berufen. NEUTON also, nachdem er eine grosse Menge Versuche mit ungemeiner Sorgfalt angestellet, und mit gleicher Scharfsinnigkeit beurtheilet hatte, hielt sich, um die Farben der natürlichen Körper zu erklären, bloß an die grössere oder geringere Dichte der kleinen Blätgen oder Theilgen, daraus sie zusammen gesezzet sind, und trieb in diesem Stücke seine Erwägung und seine Berechnungen so weit, daß es einem Anfänger schwer fallen würde, ihm darinn zu folgen. Denn er bestimmet die dazu nöthigen Grade der Zartheit an den Bestandtheilen einer Oberfläche,

oder eines Körpers, wenn sie bloß diese oder jene Lichtgattung entweder brechen oder von sich werfen, folglich einen, vermittelst gebrochener oder abgesprungener Strahlen, sichtbaren Körper, unserm Auge roth, gelb oder blau vorstellen sollen, woraus denn folget, daß man die Grösse dieser Bestandtheile (welche uns die allerbesten Vergrösserungsgläser noch bey weitem nicht vorzustellen im Stande sind) aus der blosen Farbe ihrer Zusammensetzung beurtheilen könnte.

Was mich betrifft, so gebe ich zwar zu, es liege die hauptsächliche Ursache, warum ein natürlicher Körper diese oder jene Farbe an sich habe, an dem Grade der Dünne oder Zartheit seiner Theilgen, unterdessen schliesse ich doch, weder die Figur eines jedweden Theilgens, noch die Weise, wie sie zusammen gewebet, oder unter sich verbunden sind, davon aus, sondern ich schreibe vielmehr der daraus entstehende Mannigfaltigkeit in der Durchlöcherung sehr vieles zu. Der folgende Versuch, welcher unter die besten Beweise von NEUTONS Meynung gehöret, kann der meinigen ebenfalls dazu dienen.

## I. Versuch.

### Anstalt.

Man nehme ein Brillenglas, das eine flache Seite habe, ingleichen ein anderes, das nur sehr wenig erhoben sey, z. B. das Objectivglas von einem dreyßig oder mehr schuhigen Fernrohre; die erhabene Seite des leztern, lege man auf

die

die platte Seite des erstern, und drücke beede Gläser mit beeden Händen starck aneinander, doch dergestalt, daß man alles, was zwischen beeden vorgehet, wahrnehmen könne. (q) Fig. 19.

## Erfolg.

Leget man beede aneinander gedrukte Gläser auf etwas dunkeles, damit von unten kein ander Licht, als das von ihnen zurükgeworfene, ins Auge kommen könne, so erblicket man in der Mitte, das ist, an dem Orte, wo sie einander berühren und aufeinander drücken, einen schwarzen Flecken. Rings um denselbigen gehen viele Ringe von allerley Farben, und es wird jedweder Ring durch einen weißlichten Raum, von dem andern abgesondert. Die Farben der Ringe, woferne der Anfang bey dem nächsten am schwarzen Flecken gemacht wird, folgen dergestalt aufeinander: blau, weiß, gelb, roth, violet, blau, grün, gelb, roth, Purpur, blau, grün, gelb, roth, grün, roth. Zwar erblicket man zuweilen noch mehr Farben, sie werden aber gegen den Rand

(q) In Ermangelung eines Objectivglases, das seinen Brennpunkt weit von sich wirft, gehet es auch an, zwey Prisma mit den Seiten aneinander zu drücken. Denn da es sehr selten geschiehet, daß ihre Seiten, nach der Schärfe genommen, recht glatt wären, so ist zu vermuthen, sie werden einander eben sowohl als Gläser, die sehr wenig erhaben sind, anfänglich nur an einem Punkte, oder sehr kleinen Plätzgen berühren.

Rand der Gläser dermasen schwach, daß man sie kaum erkennen kann.

Drücket man die Gläser wie bisher anein-ander, hält sie aber also, daß das durch sie fahrende Licht ins Auge fallen kann, so erblicket man statt des schwarzen oder dunkeln Fleckens in der Mitte einen kleinen zirkelrunden Raum, von eben dergleichen Hellung, als das Tagelicht wenn es durch einfaches Glas fähret, hervorbringet. Dagegen erscheinen die Zwischenräume, dadurch die gefärbten Kreise vorhin voneinander abgesondert wurden, nunmehr selbst als farbichte Kreise, und zwar in folgender Ordnung: roth gelb, schwarz, violet, blau, weiß, gelb, roth, blau, roth, bläulichtgrün, u. s. w.

## Ursache.

Im gegenwärtigen Versuche wird der leere Raum zwischen den beeden Gläsern durch eine kleine runde Luftscheibe ausgefüllet, welche zwischen beeden Rändern die gröste Dicke hat, gegen dem Mittelpunkt zu immer dünner wird, an dem Orte des Berührens aber gänzlich aufhöret. Siehet man nun von oben auf die Gläser, so erscheinet ihre Mitte deswegen als ein dunkler oder schwarzer Flecken, erstlich, weil beede Gläser wegen ihrer unmittelbaren Vereinigung an diesem Orte nur eines machen, folglich das Licht an besagtem Orte eben also als durch einen gleichartigen Körper durchfähret; zweytens, weil das durchfahrende Licht unter den Gläsern einen dunkeln oder schwarzen Grund, von dem

es nicht wieder zurük geworfen wird, antrift; zum Beweise dienet, weil die Gläser an eben diesem Orte helle scheinen, wofern man sie gegen das Tagelicht hält, und durchsiehet.

Zwischen diesem runden Kreise und dem Rande der Gläser, nimmet die Dicke der Luftscheibe unvermerkt zu, da nun die Farben der Ringe mit den Graden der abnehmenden Dicke zugleich, sich ändern, und es diesfalls einerley ist, ob man sie, vermittelst der Strahlen von sich werfenden oder durchsichtigen Eigenschaft des Glases wahrnehme, so ist billig zu vermuthen, es beruhe das Vermögen eines Körpers, diese oder jene Lichtgattung entweder von sich zu werfen, oder durchfahren zu lassen, hauptsächlich auf dem besagten Grunde.

Geschähe dieses nur bloß bey der abnehmenden Dicke einer Luftscheibe, so könnte man die Abwechslung der Farben, davon vorizt die Rede ist, irgend einer besondern Eigenschaft dieser flüßigen Materie zuschreiben; allein es geben uns die Schmelzarbeiter, wenn sie das Glas sehr dünne blasen, Gelegenheit, eben dieses auch an den Splittern, welche beynahe allemal von ungleicher Dicke sind, zu beobachten. Und wer hätte dann nie eine Seifenblase, dergleichen die Kinder mit einem Strohhalme machen, gesehen, und die Abwechslung ihrer Farben bewundert?

Noch ist bey dem Versuche mit den beeden Gläsern folgendes zu bemerken. Je stärker man sie an einander drücket, desto dünner wird die zwischen ihnen begriffene Luftscheibe, und desto weiter entfernen sich die farbichten Kreise vom Mittelpunkte. Eine

ähnliche Veränderung bemerket man auch an einer Seifenblase, gleich nach ihrem Entstehen. Denn da die flüßige Materie, vermöge ihrer Schwere von dem obern Theile der Blase nach dem untern sich sencket, oder abrinnet, so wird der obere Theil allmählich immer dünner und dünner, und es verändert sich die Dicke desselbigen alle Augenblicke. Aus allem diesem erhellet immer deutlicher, weil eine und eben dieselbige Materie bald diese bald jene Farbe an sich nehme, so seyen die Farben nichts wesentliches der Körper, sondern sie beruhen vielmehr auf der Verdünnung der Körpertheilgen, denn unter dieser Bedingung vermag man ganz verschiedenen Körpern eben dieselbige Farbe beyzulegen.

## II. Versuch.

### Anstalt.

Es gehöret hiezu 1. Etwas Weingeist, darinne man, ohne ihn zu wärmen, Rosenblätter, wiewol nur eine kurze Zeit, also, daß er keine merkliche Farbe an sich nehme, weichen lässet.

2. Violensyrup, mit eben so viel reinem Wasser vermischet.

3. Gemeines Wasser, darinn etwas blauer Vitriol aufgelöset worden, also, daß es eine Seegrüne Farbe bekommet.

4. Mercurius sublimatus, den man in rechtreinem Wasser auflöset. Das Wasser lässet man entweder eine Zeitlang stehen, damit er sich setze, oder man seyhet es durch Löschpapier, damit es hell werde.

5. Blaue Farbe von Sonnenblumen.
6. Scheidewasser oder Salpetergeist.
7. Oleum tartari per deliquium, oder zerfallenen Weinstein.
8 Flüchtigen Salarmoniakgeist.
9. Ein halb Dutzend glatte und recht helle Spitzgläser.

## Erfolg.

Lässet man in den Weingeist N. 1. ein Paar Tropfen Scheidewasser oder Salpetergeist fallen, so bekommet er im Augenblick die schönste Rosenfarbe.

Thut man ein gleiches mit dem aufgelöseten Sonnenblumenblau, so verändert es sich in Feuerfarbe.

Der Violensyrup wird grüner, wenn ihm zerflossener Weinstein zugesetzet wird.

Vermischet man ihn mit Scheidewasser, so wird er roth.

Giesset man zu dem aufgelöseten Vitriole etwas vom flüchtigen Salarmoniakgeiste, so bekommet er eine vortrefliche blaue Farbe.

Tröpfelt man allmählich Scheidewasser hinein, so verschwindet das blau, und es erscheinet dagegen die vorige Seegrüne wieder.

Setzet man zu dem Wasser, darinn das Sublimat aufgelöset wurde, etwas zerflossenen Weinstein, so verliehret es sein helles Wesen, und erscheinet dunkelroth, wie Eisenrost.

Dieses nurgemeldete Roth verwandelt sich nach zugegossenem flüchtigen Salarmoniakgeiste in Milchweiß.

Doch, es weichet auch diese Farbe, und das Wasser wird eben so klar als es im Anfange war, wenn man Scheidewasser hineintröpfelt.

Wie viel man von jedwedem allemahl zugiessen müsse, das ist zu melden nicht nöthig. Sind die flüßigen Materien gehörig zubereitet, so wird der Versuch allemahl gelingen, und darf man nur allmählich so viel, bis der gewünschte Erfolg erscheinet, eintröpfeln.

Noch muß ich erinnern, man müsse nach geendigtem Versuche die Mischungen in ein Gefäß zusammen giessen, und an einen Ort, wo weder Menschen noch Thiere davon zu Schaden kommen, hinschütten, indem nicht nur das Scheidewasser, sondern absonderlich auch das Sublimat sehr gefährliche Dinge sind.

## Ursache.

Sowohl die vorizt angeführten Versuche, als unzählig viele andere, die man in jedweder Naturlehre und Chymie (r) findet, zeigen uns folgende vier Haupterfolge. Erst-

(r) Beliebet jemand noch mehr Versuchs zu wissen, der findet dergleichen in den Anmerkungen des Herrn Muschenbroek, über die Versuche der Academie del Cimento, die er unter dem Titel Tentamina Florentina, ins Lateinische übersetzet hat. Das Buch ist in Quarto.

Erstlich. Es entstehe aus der Vermischung zweyer flüßigen Materien, darunter keine vor sich selbst die geringste Farbe hat, eine gewisse recht deutliche Farbe.

Zweytens. Es verändere sich durch blosses Zugiessen einer an sich selbst ungefärbten flüßigen Materie, eine Farbe in die andere.

Drittens. Eine helle ungefärbte flüßige Materie werde nach dem Vermischen mit einer andern gleichfalls hellen, dunkel und gefärbt.

Viertens. Eine dunkele und gefärbete Mischung, verliehre beede Eigenschaften durch blosses Zutröpfeln einer andern flüßigen Materie, ohnerachtet die leztere nicht nur vollkommen helle ist, sondern auch in so geringer Menge gebrauchet wird, daß man vermuthen sollte, sie werde, an statt die Eigenschaften der Mischung zu vernichten, dieselbigen vielmehr selbst an sich nehmen.

Alles dieses nun lässet sich aus den vorausgeschikten Gründen meines Erachtens ganz gut erklären. Denn daß flüßige Materien, welche vor ihrem Durcheinandermischen nicht die geringste Farbe an sich hatten, nachgehends eine an sich nehmen, woher sollte es sonst kommen? als weil die Weise, wie ihre Zwischenräumgen nebeneinander vorhanden sind, eine Veränderung litte. Vorher gönneten sie allen und jeden Strahlengattungen freyen Durchgang, vorizt nur einer gewissen Gattung. Fraget man nach der Ursache der besagten Veränderung, so giebt NEUTON zur Antwort, entweder verdünne unter beeden flüßigen Materien eine die Theilgen der andern, und mache sie zärter, oder sie gehe mit

ihnen zusammen, und mache sie gröber. Dergestalt ist es z. B. wahrscheinlich, es zermalme der Salpetergeist, vermöge seiner ätzenden Eigenschaft, die Theilgen des Violensyrups, und bilde solche Durchgänge, als für rothe Strahlen nöthig sind. Dahingegen wirke zerflossener Weinstein gerade das Gegentheil, und lasse die Durchgänge nur für ein weit schwächeres Licht, dergleichen die grüne Strahlen sind, offen.

Eben diese Ursache kann auch, was den zweyten Erfolg betrifft, angegeben werden, ja sie schikt sich für den dritten eben sowohl. Bestehet nämlich das Helleseyn einer flüßigen Materie darinnen, daß ihre Zwischenräumgen in allen möglichen Richtungen schnurgerade fortlaufen, und es beruhet eine solche Einrichtung, gleichwie nicht zu zweifeln ist, auf der Gestalt und Zartheit der festen Theile, so wird eine Mischung deswegen noch nicht durchsichtig, wenn jedwede dazu gehörige Materie an sich selbst eine Durchsichtigkeit hat; denn es kann geschehen, daß ihre Theilgen durch das Zusammenmischen gröber werden, und sich in eine andere Ordnung, als vorher, stellen. Dieses aber ist zum Hervorbringen einer Dunkelheit schon genugsam hinlänglich. Vermuthlich nun geschiehet dieses, wenn geflossener Weinstein, oder flüchtiger Armoniakgeist unter das aufgelöfete Sublimat gegossen wird.

Wird nun die Mischung nach zugegossenem Scheidewasser von neuem helle, so kommet es daher, weil dieses ätzende Wesen die zusammengegangene Theilgen voneinander trennet, und ihnen ihre vorige Zartheit nebst der Ordnung, welche ein durch-

sich-

fichtiges ungefärbtes Wesen erfordert, wieder beyleget.

## Nutzen.

Wir sehen alle Tage Farben entstehen, sich ändern, ja gar verschwinden, ohne daß man eine andere vernünftige Ursache, als entweder ein verändertes Gewebe der Oberfläche, oder eine vermittelst innerlicher Bewegungen veränderte Durchlöcherung angeben könnte. Ich will hievon einige und zwar jedermann bekannte Beyspiele anführen.

Bestreichet man blaues oder violetfarbiges Papier mit geschwächtem Scheidewasser, so bekommet es eine schöne rothe Farbe, die aber nach weniger Zeit blaß wird. Fast eben diese Wirkung verursachet auch das Bestreichen mit irgend einem andern sauren Safte, als z. B. mit Eßig, Vitriolgeiste, aufgelösetem Vitriole, Citronsafte, u. s. w. Man siehet aus den vorhin beygebrachten Versuchen leicht, es müsse der ätzende Saft an der Grösse, ja vermuthlich auch an der Gestalt der am Papier klebenden Farbetheilgen, eine Aenderung hervorbringen, und sie auf diese Weise fähig machen, statt blauer und violetter Strahlen, vielmehr rothe von sich zu werfen. Gleichwie nun der Saft zu dem Hervorbringen aller seiner Wirkungen eine gewisse Zeit nöthig hat, also scheinet das Roth anfänglich sehr dunkel und stark, es fället aber durch mancherley Zwischenschattirungen endlich in eine blassere und schwächere Farbe.

Dergestalt bringen gewisse Materien Flecken in die Kleider, weil sie die Theilgen des Farbezeuges

voneinander trennen; der Flecken hat eine andere Farbe als das übrige, und es ist ihm gemeiniglich nicht mehr zu helfen. Das beste was man dabey thun kann, ist dieses, daß man die fleckende Materie mit reinem Wasser fleißig auswasche, nur muß nicht etwa die Farbe, die man erhalten will, selbst von Wasser ausgehen.

Einige Farben gehen von der Luft, vom Tagelichte, vom Sonnenscheine, vom Feuer, in weniger Zeit aus, zum Beyspiele, Rosenroth, Citrongelb, und noch viele andere mehr, die man eben wegen ihrer schlechten Dauerhaftigkeit, zarte oder ekele Farben nennet. Aller Wahrscheinlichkeit zufolge, rühret es entweder daher, weil die Materien, aus deren Zusammensetzung besagte Farben entstehen, nicht fest aneinander halten, sondern sich durch die gemeldete Umstände gerne trennen lassen, oder auch, weil die Farbetheilgen sich zwar nicht trennen, wohl aber in Gesellschaft miteinander losgehen oder abspringen. Es gehe nun aber zu auf welche Weise man will, so wird doch das Kleid ausser Stand gesetzet, die vorige Lichtgattung noch ferner von sich zu werfen.

Unter den Farbänderungen, welche das Feuer wirket, ist die bey den Krebsen, Krabben und andern Schalfischen eine der seltsamsten und merkwürdigsten. Denn woher sollte das schöne Roth, das sie beym Abkochen bekommen, sonst rühren? als von einer Veränderung in dem Gewebe ihrer Oberfläche. Gleichwohl ist diese Veränderung dermassen zart und unmerklich, daß man nicht einmahl

durch

durch das allerbeste Vergrösserungsglas wahrnehmen kann, worinn sie bestehe?

Die Luft erzeiget in diesem Stücke nicht weniger allerley Wirkungen, die wohl werth sind, daß man Acht darauf gebe. Ohne sie würden wir vermuthlich weder auf dem Felde noch im Garten das angenehme Grün, das uns so grosses Vergnügen machet, erblicken, darum, weil es an verdekt gehaltenen Pflanzen nicht erscheinet, und weil man es denen damit begabten, durch blosses Bedecken mit Stroh oder Sand, innerhalb wenig Tagen benehmen kann. Denn es wird nicht nur Zellery, Zichorien, spanische Artischocken, u. s. w. in den Küchengärten auf diese Weise eine weisse Farbe gegeben, sondern es bekommet auch das Gras, wenn es nicht frey genug stehet, sondern unter einer Ruhebank, einem gelüfteten Steine, Ziegel u. s. w. wächset, lauter weisse oder gelblichte Stängel.

Doch, es träget die Luft das ihrige nicht nur zur grünen Farbe bey, sondern sie hat auch, wie man vermöge folgender Bemerkungen schlüssen kann, einen nicht geringen Antheil an allen übrigen.

An der Seeküste, absonderlich aber im Ländgen Aunis findet man zur Zeit der Ebbe eine kleine Schneckengattung mit einer dicken gelblichten Ader am Halse. Rings um die Schnecke liegen kleine länglichte Körpergen von gleicher Farbe, und der Grösse eines Weizenkornes. Oefnet man die Ader, oder die nurbesagten den Eyern ähnliche Dinge, so gehet ein dicker kleberichter Saft heraus, welcher an Farbe einem dicken schlammigen Wasser gleichet, in der freyen Luft aber nach weniger Zeit eine

vortreflich schöne Purpurfarbe an sich nimmet. Es hält diese Farbe an Leinewand so fest, daß man sie durch gewöhnliches Waschen nicht heraus bringen kann. Herr REAUMUR hat hievon eine merkwürdige Abhandlung geschrieben, welche den Memoires de l'Academie des Sciences, für das Jahr 1711. einverleibet worden.

Verwahret man Wasser, das mit Orseille (s) gefärbet worden, in einem verdekten Gefässe, daß keine freye Luft dazu kann, so verliehret es seine schöne rothe Farbe in kurzer Zeit. Ich sage mit Vorsatze, freye Luft, indem es hiezu schon genug ist, wenn die Flasche einen engen, obgleich nicht verpfropften Hals hat, nur darf das Wasser nicht geschüttelt werden. Hat das Wasser seine Farbe auf diese Weise verlohren, so bleibet es helle und ohne den mindesten merklichen Bodensaz, nur scheinet es gelblicht. Das merkwürdigste ist, daß es seine vorige Farbe wieder bekommet, sobald man ihm frische Luft lässet, und kann man ihm dergestalt die Farbe, so oft als beliebig, nehmen und wieder geben. Ich machte diese Entdeckung einstens zufälliger Weise, als ich ein Thermometer, das nach des Herrn von REAUMUR Angeben verfertiget war, zerbrach. Bekanntermassen füllet man ein solches Ther-

(s) Die Orseille ist eine Moosgattung die auf Felsen wächset. Sie kommet aus den Canarieninseln, wird mit Urin und Kalchwasser zubereitet, und Kuchen daraus gemachet. Diese lässet man im Wasser zergehen, und färbet die schlechten Wollenzeuche damit, z. B. die Soldatenkleider, die Zeuche für die Landleute, u. s. w.

Thermometer mit Weingeiste und mit Wasser, das mit Orseille gefärbet worden. Das zerbrochene nun hatte alle seine Farbe verlohren, ich verwunderte mich also gewaltig, als die ausgeronnene flüssige Materie ihre vorige Farbe von neuem an sich nahm. Aus diesem kleinen Unglücke lernete ich, warum unsere Thermometra ihre Farbe gerne verliehren, und wie man entweder dem Uebel abhelfen, oder auch verhindern könne, daß es sich so geschwinde nicht ereigne. Ich reinige nämlich den Weingeist nebst dem darunter gemischten Wasser nun nicht mehr, wie ehemahls, von der Luft, ja ich lasse vielmehr oben in der Röhre etwas Luft; Verschwindet die Farbe dem ohnerachtet, so bringe ich sie von neuem zuwege, wenn ich die Röhre eine kurze Zeit offen stehen, und frische Luft eindringen lasse, wornach ich sie auf die gewöhnliche Weise wieder vermache.

Bey dieser Gelegenheit muß ich bemerken, daß die Natur vielerley Dinge hervorbringe, welche von einem ins gelblichte spielenden Weiß unmittelbar in das nurerwähnte Hochroth oder Carmosinroth fallen. Unterdessen, da es dem Leser leicht fallen wird, mehrere Beyspiele selbst zu beobachten, so will ich nur einige wenige anführen. Zwischen dem Milchsafte und dem Geblüte der Thiere ist ohngefehr eben der Unterscheid, als zwischen dem in der Ader befindlichen, und zwischen dem ausgeronnenen Safte der vorhinerwähnten Schnecken. Eben dergleichen Uebergang von der weissen zur rothen Farbe zeigen uns allerley Früchte währenden Reifens; einige, z. B. die Marillen und Pfirsen, werden nur zum Theil

roth gefärbet, andere, z. B. die Kirschen und Johannisbeere, über und über.

Meines Erachtens träget die Wirkung der Luft nicht nur zum Grün und Roth, sondern auch zum Blau, etwas bey. Weil ich wuste, der flüchtige Salarmoniakgeist ziehe diese schöne Farbe aus dem Kupfer, so verwunderte ich mich ungemein, als ich eines Tages eine kleine gläserne mit besagtem Geiste angefüllete, und auf das beste vermachte Röhre betrachtete, und nicht die geringste Farbe, sondern nur einige auf dem Boden liegende Stükgen Garkupfer, (t) erblicken konnte. Ich wartete zwar noch einige Tage darauf, ob die Farbe nicht kommen wolle? allein es war vergeblich. Endlich goß ich alles zusammen in ein offenes Gefäßgen, und rüttelte es ein wenig, damit war die Farbe da.

Eine Färberküpe, daraus man blau färben will, hat keine andere als grünlichte Farbe in sich. Allein so bald der gefärbete Zeuch in die freye Luft kommet, verschwindet das Grün, und an seine Stelle erscheinet diejenige Farbe, die man dem Zeuche zu geben verlangte.

Will man etwas nachdenken, so wird man sich auf noch manche andere Farbe, deren Daseyn dem Anschein zufolge auf der Wirkung der Luft beruhet, besinnen. Ob aber in einem solchen Falle die Luft ganz allein alles wirke, oder ob sie irgend eine andere unsern Augen unsichtbare Materie bey sich führe, welche für die eigentlich wirkende Ursache der sichtbaren Veränderungen zu halten ist, das habe ich,

(t) Ist das feineste Kupfer.

ich, so viel die Orseillefarbe betrifft, ohnerachtet vieler angestelleten Versuche, mit Zuverläßigkeit auszumachen, noch nicht vermocht, (u) es kann uns auch diese Sache vorizt gleichgültig seyn. Genug ists, daß vermöge der angeführten Beyspiele, die Luft, indem sie die eigene Materie gewisser Körper berühret, eine Veränderung an selbigen hervorbringe, und daß diese Veränderung sonst nichts als die Gestalt, Grösse und Lage der kleinen Theilgen, oder auch die Durchlöcherungsart des ganzen Körpers betreffen könne, hieraus aber ein gewisses Vermögen, die Strahlen von sich zu werfen oder durchfahren zu lassen, das nur für eine gewisse Gattung derselbigen sich schicket, erfolge.

Eine ähnliche Wirkung erzeiget auch die Gährung. Sie verändert die Farbe flüßiger Materien. Es gehet an, aus einerley Trauben weissen oder rothen Wein zu machen, und es beruhet die Sache bloß auf dem Verfahren. (x) Gleichwohl wird einer sowohl gelb als der andere, entweder vor Alter, oder weil das Gefässe nicht wohl verstopft war, und der Wein folglich verrauchte.

Ueberhaupt verliehren gemischte Materien, deren Bestandtheile nicht fest genug zusammen hängen, ihre

(u) S. die Mem. de l'Acad. des Sciences 1742. S. 216 u. f.

(x) Soll aus rothen Trauben weisser Wein werden, so müssen im Keltern die Bälge nicht zerdrücket werden, demnach scheinet es nicht, als ob die Farbe von der Gährung herrühre. Gleichfalls wird der rothe Wein gelb, wenn die zerdrükten Balgtheilgen zu Boden fallen. U.

re Farbe weit leichter als einfache Materien, woferne es dergleichen giebt, und als Körper von festerer Zusammensetzung. Man stelle sich eine Oberfläche vor, welche deswegen grün scheinet, weil sie eine gewisse Menge gelber Strahlen, und eben so viel oder noch mehr blaue zurücke wirft, und man setze, sie verliehre durch Ausdünsten oder sonst, die Theilgen, davon das gelbe Licht abspringet, allmählich, so wird sie nach dem Maasse, als die Menge der blauen Strahlen die Oberhand gewinnet, blau erscheinen. Dergestalt bekommet ein grüner Zeuch blaue Flecken, wenn etwas darauf gegossen wird, davon das Gelbe, das man unter die Mischung des Grünen nahm, ausgehet.

Eben deswegen bereiten geschikte Künstler ihre Farben meistentheils aus mineralischen Pulvern, oder doch aus andern, denen die Luft wenig anzuhaben vermag, denn dergestalt dauert das Gemählde desto länger. Beobachtet ein Mahler, es sey nun aus Unwissenheit, oder aus unzeitiger Sparsamkeit, dieses nicht, so hat er den Verdruß, daß seine Arbeit nach wenig Jahren zu Grunde gehet, darum, weil unter den aufgetragenen Farbsätzen einige nicht so dauerhaftig sind, als die übrigen.

Lässet ein Körper nur eine gewisse Lichtgattung mit Ausschliessung der übrigen durchfahren, so kann er vermittelst abgesprungener Strahlen eine ganz andere Farbe an sich zeigen, als vermittelst durchgefahrener. Auch lehret dieses die Erfahrung. Das Gold erscheinet, vermittelst der Strahlen die es zurücke wirft, mit einer gelben Farbe, wird es aber so dünne geschlagen, daß das Licht durchfället, so

schei-

scheinet es grün. Auf jene Weise scheinet die Farbe von Sonnenblumen blau, auf diese roth.

Zuweilen zeiget ein Körper allemahl eben dieselbige Farbe, man mag ihn auf diese oder jene Weise betrachten. Scheinet ein Taffendvorhang roth, wenn man ihn auf der Gasse ansiehet, so scheinet er es auch, wenn er im Gemache betrachtet wird. Die Ursache ist, weil ein durchsichtiger Körper nie alles auf ihn fallende Licht, ja sogar das gleichartige nicht durchfahren lässet, sondern allemahl so viel zurücke wirft, daß seine Oberfläche sichtbar wird.

Gesezt aber, es werfe ein Körper nur die Strahlen von einer gewissen Gattung von sich; was geschiehet hernach, wenn er von einer ganz andern Lichtgattung erleuchtet wird?

Entweder ist er gänzlich ausser Stande, die Strahlen einer ihm widerwärtigen Gattung in Bewegung zu erhalten, er löschet also dieses Licht aus, oder er wirft einen Theil davon ohne Aenderung seiner Farbe zurücke, und dieses leztere geschiehet am öftesten. Eben deßwegen erscheinet alles, was in einem Zimmer ist, roth, wenn die Fenstervorhänge roth sind, und stark erleuchtet werden. Eben deßwegen erscheinen alle im Gemache vorhandene Personen mit einem blassen Todtengesichte, wenn die Vorhänge grün sind.

Bisher sahen wir, worinn die Farbe der natürlichen Körper bestehe, und auf was für Weise sie zum Vonsichwerfen oder Durchlassen gleichartiger Strahlen geschikt seyen: Nunmehro müssen wir auch noch etwas von der Durchsichtigkeit und Dunkelheit überhaupt gedenken.

Weil das Gold, als die dichteste unter allen bekannten Materien, durch Schlagen durchsichtig gemacht wird, so ist zuvermuthen, es sey kein einziger Körper von Natur schlechterdings dunkel, oder dem Lichte undurchdringlich; Gleichfalls, da die allerdurchsichtigsten Körper um so weniger Licht durchlassen, je mehr ihre Dicke zunimmet, so ist aller Wahrscheinlichkeit zufolge kein einziger Körper vollkommen durchsichtig, noch ausser Stande, jemahls dunckel zu werden. Dergestalt ist die Durchsichtig- und Undurchsichtigkeit nur verhältnißweise oder in Vergleichung eines Körpers mit dem andern zu verstehen, und es kommet nur darauf an, wie es zugehe, daß ein Körper dunkler werde, als ein anderer, oder warum er durchsichtiger sey, als derselbige. Ich meines Ortes halte es in diesem Stücke mit NEUTON; das ist, es bewegen mich die Vernunftschlüsse und Beobachtungen dieses grossen Mannes zu der Meynung, es sey, wenn alles übrige gleich ist, ein Körper um soviel geschickter, dem Lichte einen Durchgang zu gönnen, je gleicher die Dichte seiner sämtlichen Theile ist, und ich beweise dieses durch folgenden Versuch, und die ihm angehängte Bemerkungen.

## III. Versuch.

### Anstalt.

Man nehme eine dünne und recht durchsichtige gläserne Phiole von walzenförmiger oder doch ähnlicher Gestalt. Die Weite mag etwa einen

einen Zoll, die Länge sieben bis acht betragen. Diese giesse man halb voll reines Wasser, fülle sie hernach vollends mit Terpentingeiste, und verstopfe sie ohne Rütteln mit Korcke oder sonst.

## Erfolg.

Solange man das Glas nicht rüttelt, bleibet der Terpentingeist, ohne sich mit dem Wasser zu vermischen, oben darauf stehen, er behält auch seine ihm eigene Durchsichtigkeit, gleichwie das Wasser die seinige.

Schüttelt man aber das Glas einige Augenblicke lang, so vermischen sich beede Materien miteinander, es schwebet nämlich eine unendliche Menge Kügelgen von Terpentingeiste im Wasser, und solange als dieses währet, ist die Mischung undurchsichtig, und hat eine gralle weisse Farbe.

## Ursache.

Weil der Terpentingeist leichter als Wasser ist, so bleibet er oben auf selbigem stehen, woferne man ihn sachte zugiesset, und das Gefässe nicht schüttelt. Dergestalt behält, vermöge dieser Absonderung, jedwede Materie ihre besondere Eigenschafften, folglich auch ihre Durchsichtigkeit vor sich. Allein durch das Schütteln wird die dünneste Materie in kleine Kügelgen getrennet, der Zusammenhang des Wassers aufgehoben, und die Theilgen solcher Materien, welche wenigstens, soviel die Dichte betrift, ungleichartig sind, durcheinander gemischet. Bey diesen Umständen kann das Licht auf keine andere als sehr

unordentliche Weise, von dieser Mischung abspringen, oder durch sie fahren, es gehet folglich grösstentheils verlohren; das übrige wird zurücke geworfen, es nimmet seinen Weg dahin, woher es kam, und zeiget die Mischung mit einer weissen Farbe.

## Nutzen.

Ich könnte eine grosse Menge Erfahrungen beybringen, die man offenbarer Weise aus eben dem Grunde, als den iztgemeldeten Versuch, erklären kann. Warum ist zum Beyspiele, das Wasser undurchsichtig und weiß, wenn es entweder durch seinen eigenen Fall, oder durch die Bewegung eines Mühlrades, oder auch auf andere Weise, in einen Schaum verwandelt wird? Warum beobachtet man eben dieses an zerklopftem Eyerweise, ja bey allen schleimichten Säften überhaupt? Geschiehet es nicht deswegen? weil die Luftbläsgen in das Wasser eindringen, und indem sie daselbst zwischen einer ungleich dichtern Materie vorhanden sind, eine Mischung von ungleichartigen Theilen, soviel die Dichte betrift, veranlassen.

Warum bekommet im Gegentheile gestossenes oder blind gewordenes Glas, eben so wie unzählich andere Materien, durch blosses Benetzen mit Wasser, seine Durchsichtigkeit wieder? Warum versiehet ölgetränktes Papier auf gewisse Weise die Stelle des Glases? Allem Vermuthen zufolge deswegen, weil an die Stelle der mit besagten Materien vermischten, oder in ihren Zwischenräumgen und Furchen vorhandenen Luft, eine andere und an Dichte ihnen ähnlichere flüssige Materie kam.

Fähret man bey kaltem Wetter aus, so laufen die aufgezogenen Kutschgläser sehr bald an, und verhindern den Fahrenden das, was aussen vorgehet, wahrzunehmen. Die Ursache ist, es hängen sich die Ausdünstungen der Körper, in Gestalt kleiner Tröpfgen an das Glas, und machen, benebst der zwischen ihnen befindlichen Luft, eine Materienschicht von sehr ungleicher Dichte, durch welche folglich das Licht nicht wohl in gerader Linie fahren kann. Zum Beweise, daß die Durchsichtigkeit des Glases aus keiner andern als dieser Ursache Anstos leide, dienet, daß man nur mit der Hand oder mit dem Schnupftuche gelinde über die Tröpfgen fahren, und dadurch ihr Zusammenfliessen verursachen darf, so bekommet das Glas, weil es nunmehr auf eine gleichartige Weise benetzet ist, seine vorige Durchsichtigkeit wieder; ja man verhütet auf diese Weise zugleich sein ferneres Anlaufen, ohnerachtet sich noch mehr Dünste daran hängen, denn sie gehen mit der bereits am Glase klebenden Feuchtigkeit zusammen, und nehmen die Gestalt der Tröpfgen nicht mehr an sich.

Die Nebel, welche die Luft verdüstern, und ihre Durchsichtigkeit merklich schwächen, sind grobe Dünste, die aus weit dichtern Theilgen, als die Luft, bestehen. Sobald sie zusammen fliessen, sich trennen oder verdünnen, erhält die Luft ihre vorige Klarheit wieder. Etwas ähnliches zeigen die chymischen Auflösungen. Das Zeichen ihrer Vollkommenheit ist, wenn sie helle werden. So lange dieses nicht geschiehet, urtheilen die Kunstverständigen mit allem Rechte, die Materie, die man auflösen wollte, sey noch nicht so zart zertheilet, als man es verlangte.

# IV. Versuch.

## Anstalt.

Man lasse grob zerstossene weisse Galläpfel in kaltem Wasser weichen. Das Wasser seihe man hernach durch Löschpapier, und verwahre es in einem Glase.

Gleichfalls löse man Eisenvitriol in kaltem Wasser auf, und lasse das aufgelösete 24. Stunden in einer Phiole stehen, damit es sich setze. Ist es klar worden, so giesse man es durch allmähliges Neigen des Glases, in ein reines Gefässe ab.

Nebstdem muß man auch Scheidewasser, und ein kleines glattes, dem im II. Versuche ähnliches Glas im Vorrathe haben.

## Erfolg.

Giesset man das Galläpfel- und Vitriolwasser zu gleichen Theilen durcheinander, so wird die Mischung schwarz und undurchsichtig wie Dinte, ohnerachtet jedwedes Wasser an sich selbst hell und ohne Farbe gewesen war.

Giesset man etwas Scheidewasser darunter, so kommet die vor der Mischung vorhandene gewesene Durchsichtigkeit wieder.

## Ursache.

Der grüne Vitriol hat Eisentheilgen bey sich. So lange dieselbigen vor sich allein im Wasser

schwim-

schwimmen, schaden sie seiner Durchsichtigkeit wenig: Denn vermuthlich sind sie dermassen dünn, auch also gestaltet, und in solcher Ordnung nebeneinander vorhanden, daß sie keiner einzigen Lichtgattung am Durchgange hinderlich fallen. Vereinigen sie sich aber mit den kleberichten Theilgen der Galläpfel, so werden weit gröbere und anders gestaltete Körpergen, welche die vorige Ordnung nicht mehr unter sich beobachten, daraus; Die Zwischenräumgen der daraus entstehendey flüßigen Materie folgen in keinen solchen Reihen aufeinander, noch sind sie vermuthlich also abgemessen, daß irgend eine Lichtgattung durchfahren könnte, sondern es gehen alle einfahrende Strahlen darinn verlohren, und verlöschen. Um dieser Ursache willen siehet die Mischung schwarz, man mag sie betrachten auf welcher Seite man will.

Giesset man Scheidewasser dazu, so kommet die Durchsichtigkeit wieder. Denn es ergreifet die Vitrioltheilgen, trennet sie von den Galläpfeltheilgen, und vernichtet folglich die Wirkung, welche von ihrer Vereinigung herrührete.

## Nutzen.

Die gemeine Dinte, damit man schreibet, ist weiter nichts, als eine aus Vitriol und Galläpfeln bereitete Farbe, folglich der Mischung unseres Versuches in soferne ganz ähnlich. Nur lässet man sie kochen, und wirft, um ihr mehr Dicke zu geben, auch das Fliessen und Durchschlagen zu verhüten, ein wenig arabischen Gummi, oder etwas dergleichen hinein. So oft nun diese Materien im Was-

ser sich miteinander vermischen, so oft erfolget eben dieselbige Wirkung. Zerstösset man sie demnach in einem Mörser, so erhält man ein Pulver, das mit ein wenig Wasser vermischet, im Augenblicke Dinte giebt, und kann dieser Vortheil bey Gelegenheit nüzlich seyn.

Allein, weil Scheidewasser der Mischung, davon unser Versuch redet, die Durchsichtigkeit wieder beyleget, so wird es auch, was mit gemeiner Dinte geschrieben wurde, wieder auslöschen. Betriegerische Leute löschen wirklich auf diese Weise aus den Urkunden einige Worte, die in ihren Kram nicht dienen, oder auch das Datum weg, und gebrauchen hiezu, damit man es nicht merken solle, geschwächtes Scheidewasser: Denn durch Hülfe dieser Vorsichtigkeit wird das Papier nicht durchgefressen, sondern es lassen sich an statt der ausgemerzeten, andere Wörter darauf schreiben.

Schwarze Körper, sie mögen fest oder flüßig seyn, schicken sich insgemein am allerbesten dazu, das Licht aufzufangen. Eben deßwegen lassen die Sternseher die Gläser, dadurch sie in die Sonne sehen wollen, vom Rauche schwarz anlaufen, damit der allzustarke Glanz des Sonnenlichtes dem Auge nicht schaden möge; sodann scheinet die Sonne rothgelb. Denn weil unter allen Strahlengattungen diese beeden die allerstärkesten sind, so durchdringen sie einen Grad der Dunkelheit und Dicke, der alle übrige Gattungen abweiset oder auslöschet.

Aus eben dieser Ursache scheinet die Sonne bey neblichtem Wetter zuweilen blutroth, und wir können sodann, ohne dem Auge zu schaden, gerade in

sie sehen. Der aufgehende Mond zeiget dergleichen Farbe fast allemahl, indem die grosse Menge Dünste, welche gemeiniglich über der Erdoberfläche schwebet, die schwächesten Strahlengattungen, das ist, die violette, blaue, grüne, ja auch zum Theil die gelbe, auffänget, und unserm Auge den Planeten nur durch die stärkeste, das ist, durch die rothe mit einer geringen Anzahl anderer Strahlen, vermischte Gattung sehen lässet. Gehet die Sonne hinter einem nicht allzudicken Gewölke, oder in groben Dünsten unter, so wird sie von den durchdringenden Strahlen, und zwar aus gleicher Ursache, roth abgemahlet.

Will man bloß vermittelst durchsichtiger Körper, alle und jede Strahlen auffangen, so muß man zwey Gläser, davon jedwedes eine ursprüngliche, zugleich aber von der andern weit unterschiedene Farbe hat, dazu gebrauchen. Man leget zum Beyspiele, ein rothes und ein blaues Glas aufeinander. Denn das rothe hält mit Ausnahme der rothen Strahlen alle übrige Lichtgattungen, auch die blaue auf, das blaue hingegen könnte zwar wohl die gleichfärbigen Strahlen, aber keine andere, auch die rothen nicht, durchlassen. Daher bringen beede Gläser durch ihre Vereinigung nothwendiger Weise die mögliche gröste Dunkelheit zuwege. Dieses nun ist die Ursache, warum sehr viele zwar gefärbete, gleichwohl aber vollkommen helle und durchsichtige Säfte diese Eigenschaft nach ihrer Vermischung verliehren.

Sollte es nicht aus einer ähnlichen Ursache herkommen? daß Tuch, wenn es vorher blau gefärbet

wurde, eine desto schönere und dauerhaftigere Schwärze bekommet. Ist nämlich die unter der anklebenden schwarzen Farbe liegende Wolle weiß, so kann sie alle Strahlengattungen zurükwerfen; je mehr also die schwarze Farbe abschiesset, desto häufiger dringen die starken Strahlengattungen durch, und legen dem Tuche ein röthliches Ansehen bey. Ist hingegen die besagte Wolle blau, so vermag sie keine andere als schwache Strahlen von sich zu werfen, diesen aber fället es sehr schwer, durch die Schwärze zu dringen, ja gesezt, es geschähe, so fallen sie doch so merklich nicht, als die rothen.

Wir haben nunmehr die Farben, sowohl im Lichte, als in den natürlichen Körpern betrachtet. Es erforderte also die Ordnung der Materie, vorizt ihr Daseyn in dem Gesichtssinne zu untersuchen: Allein, da wir das Gliedmaß, darinnen der besagte Sinn seinen Siz hat, vorizt noch nicht kennen, so würde mich schwerlich jemand verstehen; und also wird es besser seyn, die dritte Abtheilung hiermit zu beschliessen, und das übrige, was ich von den Farben noch zu sagen habe, nach der Erklärung des Auges, seiner Theile und ihrer Verrichtungen, beyzubringen.

# IV. Abschnitt.

## Vom Sehen, und von optischen Werkzeugen.

Das Sehen ist der Begriff, den eine Sache von sich erwecket, indem sie sich vermittelst des Lichtes uns zu empfinden giebt. Zu diesem Empfinden ist ein gewisser Theil des belebten Körpers, den man Auge benennet, als ein hiezu ganz allein gewidmetes sinnliches Gliedmaß bestimmet. So lange es gesund und in seinem natürlichen Zustande bleibet, ist es für unsere gewöhnliche Bedürfnisse hinreichend; bekommt es aber irgend einen Mangel, oder es verlanget unsere Neugierigkeit etwas, das seine Kräfte übersteiget, von ihm, so kommet ihm die Kunst zu Hülfe, versorget es mit Geräthschaften, und zeiget ihm vermittelst derselbigen Dinge, von denen man gedenken sollte, die Natur habe sie seinem Anblicke auf immer entzogen.

Es erhellet hieraus, man könne auf zweyerley Weise sehen. Erstlich, mit Hülfe des blosen Gesichtes, welche Art ich das natürliche Sehen benennen will. Zweytens, mit Hülfe optischer Werkzeuge, zum Beyspiele, der Brillen, Vergrösserungsgläser, u. s. w. und diese Art kann das künstliche Sehen heissen.

# II. Abtheilung.

## Vom natürlichen Sehen.

Als ich im zweyten Abschnitte von den Bewegungen des Lichts redete, beschrieb ich die Strahlen, welche jedweder Punkt einer Sache gegen uns wirft, als Lichtpinsel oder Kegel, davon der sogenannte Stern die gemeinschaftliche Grundfläche abgiebt. Damahls nun ließ ich es dabey bewenden, daß ich die Strahlen bis an diese Oefnung führete; gedachte ich ja etwas von ihrem weitern Fortrücken, so sah ich bloß auf ihre Achsen, und betrachtete sie als blose Linien. Gesezt, es brächten besagte Lichtkegel ihre Grundflächen bis hinten ans Auge, so würde jedweder ein breites, aber schwaches Bild daselbst mahlen, die Bilder aber würden ineinander fallen, das ist, man würde die Empfindungen von weit unterschiedenen Punkten der Sache, an einem und eben demselbigen Orte des Auges haben, folglich die Sache sehr verwirret und undeutlich sehen. Diesem Uebel hat der Urheber der Natur auf eine seiner Weisheit gemässe Art vorgebogen. Sobald ein solcher Lichtkegel, davon wir reden, das Auge erreichet, verwandelt er sich in einen andern, dessen Grundfläche an die Grundfläche des vorigen stösset, die Spitze aber den Grund des Auges berühret. Dergestalt siehet man aus einer gedoppelten Ursache deutlich, erstlich deßwegen, weil alle zu einem Lichtkegel gehörige Strahlen auf ein sehr kleines Plätzgen zusammen fallen, folglich eine desto stärkere Empfindung verursachen, zweytens,

tens, weil jedwede Empfindung an einem besondern Orte des Augengrundes vorgehet, folglich alle und jede Punkte der Sache sichtbar gemachet werden.

Allein, wie gehet es zu? daß die verlaufenden Lichtstrahlen bey ihrem Einfahren in den Stern nähernd werden. Es geschiehet vermittelst einer wunderswürdigen Einrichtung, die ich vorizt erklären, und zu diesem Ende eine Beschreibung aller zu dem Auge gehörigen Theile vorausschicken muß.

Der Mensch hat, gleichwie die meisten Thiere, (y) zwey im Vorhaupte stehende Augen. Jedwedes hat beyläufig die Gestalt einer Kugel, und lieget grösstentheils in einer beinigten Höhlung, welche den Nahmen Orbita träget. In dieser wird das Auge von sechs Muskeln gegen alle Seiten gewendet.

Ausserlich bestehet die Augkugel aus verschiedenen übereinander liegenden Häuten, welche ihren Ursprung aus dem sogenannten Gesichtsnerven nehmen. Innwendig wird sie durch dreyerley an Beschaffenheit unterschiedene Feuchtigkeiten, davon ich nachgehends reden werde, ausgefüllet.

Der Gesichtsnerve hat gleich jedwedem Nerven drey hauptsächliche Bestandtheile. Erstlich, die äusserste dicke Haut (mater dura) zweytens, das darunter liegende dünne Häutgen, (mater pia)



(y) Ich weis wohl, daß bey den Augen der Thiere, sowohl was die Bildung, als was die Lage und die Zahl betrift, allerley Mannigfaltigkeit statt findet. Allein vorizt verstehe ich unter den Thieren nur die grösten und bekanntesten, und ich rede hauptsächlich nur von dem Menschen.

beede umwickeln das innwendig vorhandene Marck als den dritten und aus einem weichen Wesen bestehenden Theil. Alle drey Theile dehnen sich dermassen aus, daß die Augenkugel aus ihnen entstehet, und sie bekommen bey dieser Gelegenheit verschiedene Namen.

Der erste Theil, oder die ausgedehnete dicke Haut, heisset das **harte Häutgen** (sclerotica). Der förderste Theil dieses Häutgens ist nicht nur durchsichtig, wie etwa das Horn an einer Laterne, sondern er sticht auch eben so, als ob ein Stücke von einer kleinern Kugel ans Auge gesetzet wäre, etwas darüber hervor. Man nennet ihn auch das **Hornhäutgen**, und unterscheidet seine beeden Theile durch die Nahmen des **durchsichtigen** und undurchsichtigen, oder **dunkeln** Hornhäutgens.

Unter dem harten Häutgen breitet sich das dünne aus, umhüllet das Auge ebenfalls, und bekommet den Namen des **schwarzen Häutgens**, (tunica choroidea) es theilet sich in zwey Blätgen. Eines lieget genau an dem harten Häutgen, gehet auch bey der durchsichtigen Hornhaut mit ihm zusammen.

„Eigentlich nun, bildet (wie H. le Cat in seiner „Abhandlung von den Sinnen S. 373. saget) das „zweyte Blätgen der dünnen Haut dasjenige was „man die schwarze oder farbige (uvea) nennet: „Allein es ist dieses Blätgen weiter nichts als ein „Gewebe nervichter Saftgefässe, die aus der innern Oberfläche des ersten Blätgens hervorsprossen. Nurbesagte Gefässe sind mit einer Dinte „angefüllet, welche dem zweyten Hautblätgen seine „schwar-

„schwarze oder dunkele Farbe beyleget. Ein Theil „besagter Gefässe und Nerven breitet sich an der in„wendigen Seite des gemeldeten Blätgens aus, und „bildet an selbiger ein sammetähnliches mit der be„sagten Dinte angefülletes Gewebe. Ruysch „machte aus diesem Sammetgewebe ein besonderes „Häutgen, das den Namen des zweyten schwarzen „träget; Nach meiner Meynung wäre es das drit„te, das die dünne Haut dem Auge verschaffet; es „verschaffet ihm nämlich einen wirklich fleischichten „oder häutigen Ueberzug, der an dem harten, oder „undurchsichtigen Hornhäutgen hänget, ferner einen „mit Gefässen durchflochtenen, das schwarze Häut„gen genannt, und endlich einen zottichten, den man „tunicam Ruyschianam nennet.

An dem Rande der durchsichtigen Hornhaut, wird die schwarze einfach. Ihr förderer Theil bildet den Augapfel. (Iris) Der hintere träget den Namen der coronæ ciliaris.

Der Augapfel ist die farbige Scheibe die unter dem Hornhäutgen durchschimmert, und in der Mitte eine runde Oefnung hat. Diese nennet man den Stern oder das Püpgen. Der Augapfel hat eben so vielerley Farben, als es Menschen giebt, und fleischige Fasern, darunter einige wie ineinander liegende Ringe, andere wie radii, die nach dem Mittelpunkte des Sternes abzielen, anzusehen sind. Bey blauen Augen, absonderlich aber der Kinder, sind die lezterbesagte Fasern zuweilen dermassen scheinbar, daß sie gemeinen Leuten wie ein Zifferblat einer Taschenuhr, und als ein halbes Wunderwerck vorkommen.

Dem

Dem Stern gegenüber wird ein gewisser durchsichtiger Körper von der corona ciliari umfasset und gehalten. Er ist linsenförmig, hat auf der vorgewendeten Seite eine geringere Ausrundung als auf der hintern, und träget den Namen des crystallinischen.

Der markige Theil des Gesichtsnerven breitet sich ebenfals aus, und bringet ein drittes Häutgen hervor, das unter dem schwarzen lieget, ungemein zart und dabey schleimig ist, die innwendige Höhlung des Auges ganz überkleidet, und bis an die Coronam ciliarem reichet. Man nennet es das Netz (retina.)

Die bisher beschriebene Stücke des Auges, theilen das innwendige der Augkugel dreyfach ab, oder machen drey Zellen daraus. Die erste hat ihre Stelle zwischen der durchsichtigen Hornhaut und dem Sterne; die zweyte zwischen dem Sterne und dem crystallinischen Körper, welcher benebst der corona ciliari eine Scheidewand vorstellet. Nurbesagte beede Zellen haben an dem Sterne gleichsam eine gemeinschaftliche Thür, und sind mit einer Wasserhellen Feuchtigkeit, die man deswegen auch die wässerige nennet, angefüllet. Die dritte und weit geräumlichere Zelle, lieget zwischen dem Crystalle und dem Boden oder Grunde des Auges. Sie ist ebenfalls mit einer hellen, dabey aber dicken und einer Sulze ähnlichen Feuchtigkeit angefüllet, welcher man den Namen der gläsernen beyleget.

Demnach muß man sich vorstellen, das Crystall sey in die coronam ciliarem, wie etwa ein Stein in den Kasten, gefasset, und hänge dem Sterne gegen

über

über zwischen der wässerigen und gläsernen Feuchtigkeit; auch seyen die kleinen an seinem Umkreise angewachsenen Fäsergen, lauter Sprößlinge der schwarzen Haut, diese aber gehöre ihres Ortes selbst zu der dünnen Haut, als der zweyten Hülle des Gesichtsnerven.

Die nurbeschriebene Augenkugel verwendet sich bereits gemeldeter massen in der Orbita oder Augenhöhle, und hat zu ihrer Beschützung ein Paar Vorhänge, die man Augenlieder nennet, und die von dem Thiere nach Belieben bald geschlossen, bald eröfnet werden. Sie sind mit einem Saume von Haaren eingefasset, um den fliegenden Staub oder das kleine in der Luft herumschwärmende Ungeziefer von diesem höchstzarten und schäzbaren Gliedmasse abzuhalten.

Vermittelst dieser kurzen Erklärung des Auges und seiner Theile, wird der folgende Vortrag von der Vorstellung der sichtbaren Dinge im Auge, begreiflich fallen. Hat jemand Lust ein mehreres hievon zu wissen, der wird diese Materie in den Werken, die von der Zergliederungskunst handeln, weitläuftig ausgeführet finden. Es giebt dergleichen zwar eine ziemliche Menge, unterdessen schätze ich, so viel die sinnlichen Gliedmassen betrift, das vorhin angeführte Werk des Herrn LE CAT wegen seiner Deutlichkeit und genauen Richtigkeit, absonderlich hoch.

Da uns die Beschaffenheit des Auges und sein Bau nunmehr bekannt ist, so könnte man sich überhaupt folgenden Begriff davon machen, wie es zugehe, daß wir Dinge, die ausser uns sind, im Auge em-

empfinden, und daß ihre sämtlichen Theile, woferne sie nur genugsam erleuchtet, und nicht zu weit entfernet sind, sich uns zu fühlen geben.

Weil das Crystall sowohl an Gestalt als an Durchsichtigkeit einem Linsenglase vollkommen gleichet, und seine Stelle zwischen zween Körpern von geringerer Dichte, als der seinigen, hat, so muß es eben dergleichen Wirkung, als ein mit Wasser oder Luft umgebenes Linsenglas erzeigen: Es lehret uns aber die Dioptrik, daß ein solches Glas unter diesen Umständen, sowohl die auffallende gleichlaufende Strahlen, als auch andere, mit einem geringen Verlaufungstrieb begabte, in einen Brennpunkt zusammen werfe. Demnach ziehe ich hieraus den Schluß, wenn ein Lichtkegel von einem nicht zu weit entferneten leuchtenden Punkte A, Fig. 1. auf das Crystall C falle, und sowohl beym Einfahren in selbiges als beym Herausfahren gebrochen werde, so könnten sich die Strahlen, daraus er bestehet, hinten am Auge bey a miteinander vereinigen, und an diesem kleinen Plätzgen die ganze Empfindung, die sich ohne vorgängiges Brechen im Crystalle in einen weit grössern Raum zertheilet haben würde, hervorbringen.

Gesezt nun, es kämen noch zween andere dem vorigen ähnliche Lichtkegel, von den Enden und der Mitte der sichtbaren Sache her, und stiessen wie A C, B C, D C, Fig. 2. mit ihrer Grundfläche an die Oberfläche des Crystalles, so würden die Strahlen eines jedweden sich an einem besondern Orte, als z. B. in a, b, oder d, vereinigen. Dergestalt würde nicht nur jedweder Vereinigungspunkt von

dem

dem andern gänzlich abgesondert und unterschieden seyn, sondern es würden auch sämtliche Vereinigungspunkte hinten am Auge keinesweges in eben der Ordnung, als die strahlenwerfenden Theile der gesehenen Sache, sondern in umgekehrter stehen. Hieraus nun erhellet, Erstlich, warum die Empfindungen, welche von ganz unterschiedenen Punkten einer Sache durch die davon herkommende Lichtstrahlen im Auge erreget werden, sich nicht miteinander verwirren; Zweytens, wie es zugehe, daß das vermittelst besagter Empfindungen im Auge verursachete Bild, eine umgekehrte Stellung habe.

Dieses also ist der Begriff, den wir uns von den Verrichtungen des Auges machen können, woferne wir die in der ersten und dritten Abtheilung des zweyten Abschnittes vorausgeschikte Grundsätze annehmen und daraus schlüssen. Es sind diese Grundsätze dermassen gewiß, daß wir das vorizterwähnete ohne den geringsten Zweifel für zuverläßig annehmen dürften, gesezt auch, wir wüsten weiter keine Bürgen dafür aufzutreiben. Doch es ist ein solches Zutrauen nicht einmahl nöthig: Wir sind allerdings im Stande in dem gegenwärtigen Falle die Wahrheit der Vernunftschlüsse durch die Erfahrung zu bekräftigen, und vermittelst einer künstlichen Nachahmung des Auges zu zeigen, daß es mit den Wirkungen des Lichtes in der That also, wie ich vorgab, beschaffen sey.

# I. Versuch.

## Anstalt.

Die 3. Figur zeiget eine innwendig hohle Kugel, ohngefehr von der Grösse, als die zur Verwahrung der Seifenkugeln bestimmeten sind. Damit man sie desto bequemer handhaben und hinsetzen könne, ist sie mit einem Fusse versorget

Diese Kugel hat zwey runde, und einander gerade gegenüberstehende Löcher. Eins davon ist anderthalb Zolle weit, und mit ölgetränktem Papiere überzogen. In dem andern steket eine hölzerne, äusserlich walzenförmige Röhre, einen Zoll weit, und aufs höchste eben so lang.

Innwendig hat diese Röhre die Gestalt eines abgestuzten Kegels, und es wird an ihrem engesten Ende ein Linsenglasgen, dessen Brennpunkt beyläufig bis an das ölgetränkte Papier reichet, eingesetzet, also, daß er es, woferne die Röhre weiter heraus oder hinein verschoben wird, auf das genaueste erreichet.

## Erfolg.

Hält man die Kugel an einem etwas dunkeln Orte, auf solche Weise, daß das Glas gegen eine genugsam erleuchtete und nicht über 30. oder 40. Schritte weit entfernete Sache gewendet sey, so erblicket man dieselbige mit allen ihren Farben recht deutlich, nur aber um-

gekehrt auf dem ölgetränkten Papiere abgemahlet.

## Ursache.

Indem der Erfolg demjenigen, was vermöge der vorausgeschikten Grundsätze im Auge vorgehen muß, vollkommen gemäs ist, und die Kugel, die wir bey dem Versuche gebraucheten, dem Auge in seinem allerwesentlichsten Theile nachahmet, so kann das vorhin durch Hülfe der 1. und 2. Figur beygebrachte, als eine vorläufige Erklärung des gegenwärtigen Erfolges gelten, gleichwie hingegen derselbige als ein vollkommener Beweis desjenigen, was wir durch die Vernunftschlüsse zum Voraus herausgebracht hatten, gelten kann. Unterdessen, da die von uns gebrauchte Kugel, das Auge freylich nur auf eine sehr unvollkommene Weise vorstellet, so bleiben uns, was das Sehen betrifft, noch allerley höchst wichtige Anmerkungen, die wir nach der Reihe beybringen wollen, zu machen übrig.

## Nutzen.

Indem die Hornhaut nebst der unter ihr befindlichen wässerigen Feuchtigkeit, einen durchsichtigen mit grösserer Dichte als die Luft, und mit einer ausgebogenen Oberfläche begabten Körper ausmachet, so entstehen daraus sehr vortheilhaftige Wirkungen. Denn eben wegen der Gestalt und Strahlenbrechenden Kraft, welche dieser Theil des Auges hat, bringet er Strahlen, welche ausserdem heraus bleiben, zum Einfallen in den Stern. Es werden nämlich manche, welche den Augapfel treffen würden,

den, gegen p, Fig. 1. gebrochen, und dadurch entweder weniger verlaufend, oder gar gleichlaufend gemachet. Dergestalt fallen desto mehr Strahlen in den Stern, und man siehet folglich eine Sache um soviel deutlicher. Doch es hat nebstdem eben dieser Theil des Auges wegen seines Hervorragens, auch den Nutzen, daß man desto mehr Dinge auf einmahl siehet. Wäre das Hornhäutgen platt, und stünde der Augenhöhle gleich, so könnte, wie leicht zu begreifen, das Thier sodenn keine andere als gerade vor ihm stehende Sachen erblicken; wollte es sonst etwas sehen, so müste es den Kopf alle Augenblicke verwenden: Allein da besagtes Häutgen nicht nur eine Rundung hat, sondern auch über die Augenhöle hervorsticht, so lässet es alles, was dem Auge gerade entgegen stehet, mit erwünschter Deutlichkeit, was aber demselbigen bis auf eine gewisse Weite zur Seite stehet, wenigstens einigermassen erblicken.

Hätte die wässerige Feuchtigkeit, gleichwie man vorgiebt, eben dasselbige Vermögen die Strahlen zu brechen, als das Wasser hat, oder doch beynahe, so würde sie den Fischen wenig helfen. Denn das einfahrende Licht könnte nicht eher als bey seinem Auffallen auf das Crystall, gebrochen werden, hätte nun dieses bey den Fischen seine Stelle eben so tief im Auge, als bey andern Thieren, so könnte sich ihr Gesicht ohnmöglich auf die nurgemeldete Weise seitwärts erstrecken. Die Natur hat ihnen demnach diesen Vortheil durch ein anderes Mittel verschaffet, denn sie gab ihrem Sterne eine sehr weite Oefnung, ihrem Augcrystalle aber ein dickeres Wesen

als

als gewöhnlich, eine kugelförmige Gestalt, und ließ es eben so weit als unsere Hornhaut über die Augenhöhle herausragen. Ihre Absicht war im geringsten nicht, gleichwie man zwar insgemein glaubet, dasjenige, was dem Strahlenbrechen aus Mangel der wässerigen Feuchtigkeit abgehet, durch die kugelichte Gestalt des Augencrystalles zu ersetzen. Denn es ist eine ausgemachte Sache, daß eine aus zween Kugelschnitten zusammengesezte Linse die Strahlen viel näher an ihrem Einfallspunkte zusammenwerfe, als die ganze Kugel, davon man die Schnitte nahm, zu thun vermöchte.

Das Licht hat nicht immer einerley Stärke. Es ist vielmehr bald stärker bald schwächer, so wie es die Beschaffenheit der Körper, davon es herkommet, und die Hinderniße, die es unterweges antrifft, erlauben: Nebstdeme ist auch immer ein Auge empfindlicher, als das andere. Damit es also desto besser geschonet werden möchte, musten wir im Stande seyn, die Menge der einfallenden Strahlen nach Beschaffenheit der Umstände abzumessen. Wir thun dieses, ohne daran zu gedenken, in der That, indem wir den Stern nach Belieben bald weiter öfnen, bald enger zusammen ziehen. Die Sache geschiehet durch Hülfe der kleinen Muskeln, daraus vorhinerwähntermassen der Augapfel bestehet, es machen nämlich die Zirkelfasern, indem sie sich verkürzen, die Oefnung enger, hingegen die geraden, und nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte zielende Fasern, machen ihn weiter; Erfolget eins oder das andere nicht geschwinde genug, so empfinden wir einige Unbequemlichkeit, gleichwie es bey dem

plözlichen Eintreten aus einem sehr finstern Orte in einen sehr hellen, oder umgekehrt, die Erfahrung bezeuget. Im ersten Falle blendet uns das helle Licht, und thut uns weh; im andern können wir eine Zeitlang, solange nämlich, bis der Stern sich genugsam erweitert, von allen um uns befindlichen Dingen nicht das geringste erkennen.

Aus demjenigen, was wir in der Dioptrik von der Wirkung durchsichtiger Linsen beybrachten, ist zwar schon zur Genüge bekannt, es vermöge das Augencrystall alle von einem leuchtenden Punkte auf seine vorgewendete Oberfläche fallende Strahlen, hinten am Auge gleichsam in einen Punkt miteinander zu vereinigen; Allein es ist auch, vermöge der nurberührten Sätze, nicht weniger bekannt, es müsse der Vereinigungspunkt nach dem Maasse, als die einfallenden Strahlen mehr oder weniger verlaufend unter sich sind, auch in eine grössere oder geringere Entfernung von der Linse fallen; Da nun der Verlaufungstrieb bey zunehmender Entfernung der sichtbaren Sache vom Auge, immer abnimmet, so fraget man billig, wie man einerley Sache in einer weitern Entfernung eben sowohl deutlich sehen könne, als in einer geringern?

Der Einwurf ist allerdings gegründet. Gesezt, es brechen sich die verlaufenden Strahlen A b, A d, Fig. 4. indem sie durch die Feuchtigkeiten des Auges fahren, nur eben so viel, als ihre Vereinigung in D D, wo wir den Grund des Auges annehmen, erfordert, so können, woferne keine Veränderung im Auge vorgehet, die stärker verlaufende Strahlen B d, B b, sich ohnmöglich bey D D, sondern erst

bey

bey e, miteinander vereinigen, gleichwie im Gegentheile die weniger verlaufenden C b, C d, gar nicht bis nach D D kommen, sondern sich schon bey f vereinigen. Da man nun, was beede leztere Fälle betrift, das Licht an keinem Punkte des hierzu bestimmeten Gliedmasses, sondern an merklich grossen und hintereinander befindlichen Kreisen empfinden würde, so könnte man nicht deutlich sehen? Allein die Erfahrung lehret das Gegentheil, und daß die Schranken, in welche das deutliche Sehen eingeschlossen ist, (z) ziemlich geräumlich sind; Die Ursache hievon haben die Optici auf allerley Weise ausfindig zu machen versuchet.

Einige behaupten, im Nothfalle verändere die Augenkugel, vermittelst der Muskeln, ihre Gestalt; Sey ihr die Sache zu nahe, so verlängere sie sich, sey dieselbige zu weit von ihr entfernet, so verkürze sie sich, alles um des deutlichen Sehens willen. Hätte es hiemit seine Richtigkeit, so wäre man alle Mühe, auf eine andere Ursache zu gedenken, überhoben. Denn woferne es dem Grunde des Auges D D, möglich fället, bald bis nach e zurücke zu weichen,



(z) Herr Jurin behauptet in seiner schönen Abhandlung vom deutlichen Sehen: Essay of distinct and indistinct vision, ein Mensch in seinen besten Jahren sehe insgemein eine kleine Sache deutlich, wenn sie nicht näher als 6 bis 8 Zolle am Auge noch weiter als 14 Schuhe davon entfernet sey. Dagegen begreift der Doctor Porterfield im IV. Theile der Essais de Medecine d'Edimbourg, besagte Schranken zwischen 6 und 27 Zollen. Die verschiedene Beschaffenheit der Augen muß in diesem Stücke allerdings manchen Unterscheid verursachen. u. s. w.

bald wieder bis nach f vorwärts zu rücken, so können sich die vorhin angenommene Gattungen einfallender Strahlen, alle drey so vollkommen, als es immer möglich, an ihme vereinigen. Allein betrachtet man auf einer Seite die Schranken des deutlichen Sehens, und die von ihnen für die einfallenden Strahlen zugelassene mannigfaltige Grade des Verlaufens, und man untersuchet auf der andern Seite, was für eine Wirkung die Feuchtigkeiten des Auges, vermöge ihrer Strahlenbrechenden Kraft, an dem Lichte erzeigen können, (a) so findet man, es sey im geringsten nicht wahrscheinlich, daß die Augenkugel sich um soviel, als die gänzliche Auflösung der Aufgabe erfordert, ausdehne oder zusammenziehe, ja es falle ihr dieses zu thun, nicht einmahl möglich. (b)

Andere glauben, es könne das Augencrystall mit Hülfe des ligamenti ciliaris, dem man zugleich kleine Muskeln zuschreibet, vor oder zurücke rücken. Auch dieses wäre zur Entscheidung der Frage genug-

(a) Nach des Herrn Jurins Berechnung, verhält sich der Sinus des Brechens für Licht, das aus der Luft in die wässerige Feuchtigkeit fähret, zu dem Sinus des Einfallens, wie 4 zu 3; Hingegen verhält er sich für Licht, das aus der wässerigen Feuchtigkeit in die crystallische fähret, wie 13 zu 12; und für das, so aus der crystallischen in die gläserne fähret, wie 12 zu 13. S. Essay of distinct and indistinct vision.

(b) Setzet man die von Herrn Jurin angegebene Gränzen des deutlichen Sehens voraus, so müste sich die Augenachse um ein Zehendtheil ihres natürlichen Zustandes verlängern.

nugsam hinlänglich, woferne nur das Augencrystall, vermittelst dieser angeblichen Bewegung, seine Entfernung vom Grunde des Auges, auf so vielerley Weise verändern könnte, als es die abwechselnde Weite, darinn man eine Sache deutlich siehet, in jedwedem Falle erfordert. Allein, es fället dieses zu bewerkstelligen, dem Augencrystalle durch Hin- und Herrücken noch weniger möglich, als der Augenkugel durch Ausdehnen und Verengen.

Endlich, als Herr JURIN, dessen ich bisher schon öfter erwähnet habe, die Theile des Auges sorgfältiger, als vor ihm geschehen war, untersuchte, schien ihm die wahre Ursache in folgenden zu bestehen:

Gleich anfänglich bemerket er, es sey die durchsichtige Hornhaut beugsam, und mit einer ausdehnenden Kraft versehen, sie könne folglich, wenn sie an ihrem Umkreise rükwärts gezogen wird, eine grössere Ausbeugung annehmen, und hernach, sobald als die Ursache dieser Verengung aufhöret, sich wieder in den vorigen Stand setzen.

Ferner bemerket er, das farbige Häutgen, (uvea) sey fleischig oder muskulös, es könne sich zusammen ziehen, und es nehme seinen Ursprung aus einer ringförmigen Schwiele, damit das Hornhäutgen an dem Orte, wo es mit der harten Haut zusammen gehet, eingefasset ist. Nurbesagte Schwiele nennet er den grossen Muskelring; gleichwie hingegen der kleine seine Stelle an eben diesem Häutgen bey dem Sterne hat.

Nebstdem weis man, das Augencrystall liege in einem häutigen Gehäuse, und es sey zwischen beeden etwas Wasser; Ferner hänge der hintere Theil

des besagten Gehäuses an dem zarten Häutgen, das die gläserne Feuchtigkeit in sich schliesset, gleichwie hinwiederum die Bänder, (ligamenta ciliaria) welche kleine Muskeln sind, auf einer Seite an dem Rande des Gehäuses, auf der andern an dem Orte, wo die durchsichtige Hornhaut mit der harten zusammen gehet, (c) feste hängen.

Auf diese Bemerkungen gründet Herr JURIN folgende Schlüsse: Ruhet das Auge, und strenget sich nicht im geringsten an, so kann es kleine Sachen in einer gegebenen Weite, die bey einem Menschen gemeiniglich 15 bis 16 Zolle beträget, mit aller Deutlichkeit sehen. „Wollen wir aber, so lauten „seine eigene Worte, eben dieselbigen Dinge in ei„ner grössern Nähe betrachten, so ziehet sich, meines „Erachtens, der grosse Muskelring des farbigen „Häutgens zusammen; dergestalt bekommet das „Hornhäutgen eine stärkere Ausbeugung, es bricht „folglich die Strahlen gleich zum erstenmahle um „soviel stärker, und ersetzet dadurch ihr allzustarkes „durch die Nähe der Sache verursachetes Verlau„fen. Wollen wir hingegen die Sache in einer „grössern Entfernung, als 15 oder 16 Zolle, be„trachten, so verkürzen sich die Bänder, ziehen an „dem Rande des Gehäuses, und nöthigen dadurch „das zwischen dem Gehäuse und dem Augencrystal„le befindliche Wasser, aufwärts gegen sie zu stei„gen. Dergestalt wird die Dicke des Augencrystalles

(c) Man sehe eine Abhandlung des Herrn Petit, in dem Bande der Acad. des Sciences, für das Jahr 1730.

„stalles in der Mitte vermindert. Indem es nun „auf diese Weise eine geringere Ausbauchung erhält, „so wird dadurch dasjenige, um was die allzuweit „herkommende Strahlen zu wenig verlaufend sind, „ersetzet.

Der sinnreiche Erfinder dieser Erklärung ließ es nicht dabey bewenden, daß er sie überhaupt anführete, sondern er unterwarf sie auch den allerschärfsten Ausmessungen und Berechnungen. Nun hält sie freylich in einem und dem andern Stücke die Probe nicht so gar genau, allein, warum könnte man nicht die von einigen angenommene Veränderung in der Gestalt der Augenkugel noch mit zu Hülfe nehmen? wenigstens wäre es doch bey denjenigen Gattungen der Thiere, welche ein gänzlich beugsames Auge haben, wohl thunlich. Ich meines Ortes sehe nicht, warum man bloß auf einer von beeden Meynungen bestehen wollte? da sie doch alle beede gleichwahrscheinlich sind, und keine unter ihnen, allein genommen, allen und jeden Schwierigkeiten ein völliges Genügen zu thun vermag.

Hat es seine Richtigkeit damit, daß ein Mensch kleine Sachen gemeiniglich in einer Entfernung von 15 bis 16 Zollen, ohne Anstrengen des Auges, und mit Deutlichkeit siehet, so ist es hingegen auch nicht weniger gewiß, es sey die besagte Entfernung für manche Personen viel zu groß, gleichwie für andere zu klein. Jene benennet man myopes, oder kurzsichtige, darum, weil sie alles, auch die allerkleinesten Dinge, in einer für sie gemässen Entfernung auf das deutlichste erkennen. Dagegen benennet man die leztern presbytas, (weitsichtige) darum, weil die-

dieser Augenfehler gemeiniglich bejahrten Personen anzuhängen pfleget.

Bey Kurzsichtigen sind die Feuchtigkeiten des Auges für die Entfernung des Crystalles vom Nezze zu rund: demnach sind die Strahlen, wenn sie von einer 15 Zolle weit entferneten Sache herkommen, für das sämtliche Brechen, das sie im Auge leiden, nicht verlaufend genug, sondern sie durchkreuzen einander schon, ehe sie das Nez berühren. Wer diesen Fehler hat, der suchet sich ohne Zweifel auf eben dieselbige Weise, als ein gewöhnliches Gesichte bey dem Anblicke einer zuweit entferneten Sache thut, zu helfen, allein, da dieses zu einem deutlichen Sehen auf 15 Zolle weit, noch nicht hinreichen will, so betrachtet ein Kurzsichtiger die Sache in einer desto grössern Nähe, und auf diese Weise bekommet er Strahlen, die stark genug verlaufend sind, ins Auge. Uebrigens mag das Mittel, dadurch dieses allzustarke Verlaufen der Strahlen, sein gehöriges Verhältniß zu der allzustarken Rundung der brechenden Säfte bekommet, beschaffen seyn wie es will, so sehen doch kurzsichtige Personen nicht nur deutlich, sondern auch schärfer als andere Personen, darum, weil sie von jedwedem leuchtenden Punkte eine grössere Menge Strahlen als andere auffangen.

Im Gegentheile brechen die Feuchtigkeiten in dem Auge eines **Weitsichtigen**, die Strahlen nicht so stark, als in einem gewöhnlich beschaffenen Auge geschiehet, entweder, weil es ihnen an genugsamer Ausrundung fehlet, oder weil ihre brechende Kraft durch irgend eine Krankheit, oder auch durch das

Alter

Alter geschwächet wurde. Sie sind nicht im Stande, die Lichtstrahlen so stark, als es zu ihrer Vereinigung an dem Netze nöthig wäre, zu beugen, es seyen denn dieselbigen weniger verlaufend, als sie es in einer Weite von 15 Zollen werden können. Aus dieser Ursache nun siehet ein solches Auge gerne in die Ferne, und es muß sich anstrengen, wenn es in einer grössern Nähe mit Deutlichkeit sehen will; es muß nämlich entweder sich verkürzen, oder es muß der durchsichtigen Hornhaut eine grössere Ausrundung, als sie bey ihrem ordentlichen Zustande hat, beybringen.

Doch es haben dergleichen allzukurze oder allzuweite Gesichter nebst dem izterwähnten noch ein anderes Mittel, deutlich zu sehen. Sie ziehen nämlich den Stern stark zusammen. Dergestalt wird die Dicke der Lichtkegel oder Lichtpinsel bey ihrem Einfahreu ins Auge vermindert, und wiewohl die Strahlen, daraus ein solcher Lichtkegel bestehet, vermittelst dieser Hülfe auf eine nur unvollkommene Weise vereiniget werden, so erzeigen sie doch ihre Wirkung hinten am Auge an keinem sehr breiten Platze. Es fället leicht eine Probe davon zu machen. Man steche nur mit einer Stecknadel ein Loch durch ein Kartenblat, und halte es nahe ans Auge, so siehet man solche Dinge, welche dem blosen Auge zu nahe wären, ganz deutlich. Die Ursache ist, weil in diesem Falle das Bild nicht von allen Strahlen der Lichtkegel, sondern gleichsam nur von ihren Achsen gemahlet wird.

Ist es entweder mit den Mängeln des Gesichtes soweit gekommen, daß es nichts mehr helfen will,

wenn

wenn das Auge angestrenget, oder die Entfernung der Sache vom Auge geändert wird; oder man will von diesen Hülfsmitteln weder eines noch das andere gebrauchen, so bietet uns die Kunst andere dar, davon ich in der folgenden Abtheilung reden will.

Da ich bisher von den Gränzen des Sehens sowohl für ein gewöhnliches Gesicht, als für ein kurzes und weites gehandelt habe, so müssen wir noch untersuchen, wie es zugehe? daß wir eine weit entfernete Sache von andern unterschieden, und bis auf eine halbe Meile weit, ja noch weiter erkennen. Um diese Frage zu beantworten, muß ich anführen, es sey das Sehen zweyerley, erstlich das deutliche, welches das vollkommenste, aber nur in gewissen Fällen nöthig ist, zweytens das unvollkommenere, welches zwar die Deutlichkeit des erstern nicht hat, gleichwohl aber zum gemeinen Gebrauche hinreichet. Jenes verlangen wir bey kleinen Sachen, und wenn wir etwas in einer grossen Nähe sehen wollen. Mit dem zweyten sind wir bey allen grossen und weit entferneten Dingen zufrieden. Lese ich einen Brief, oder ich betrachte einen Edelgestein, so muß ich auf alle seine Theile Acht geben. Da nun alle sichtbare Punkte besagter Theile aneinander hängen, so fället es nicht möglich, sie deutlich zu sehen, als in so ferne sich jedweder ins besondere dem Auge zu fühlen giebt; hiezu aber gehöret, daß die von ihnen ins Auge fallende Strahlenpinsel mit einer recht scharfen Spitze an das Nez drücken, und was diesen Erfolg betrift, so beruhet alles auf der grössern oder geringern Entfernung der Sache vom Auge.

Ganz

Ganz etwas anderes ist es, wenn ich ein Gebäude, das eine halbe Meile weit von mir lieget, betrachte, denn da ist mir an der Zahl der Dachziegeln das wenigste gelegen; kann ich nur das Hauptgebäude, die Flügel die kleinen Nebengebäude, die Thüren, Fenster, Rauchfänge u. s. w. erkennen, so bin ich schon zufrieden. Alles dieses aber zu erkennen, gehet deswegen sehr leicht an, weil die gemeldeten Stücke allemiteinander, nicht nur groß, sondern auch weit voneinander abgerücket sind, folglich auch das Bild eines jedweden einen besondern Ort im Auge einnimmet, welches denn, um sie ohne Verwirrung zu sehen, schon hinreichet.

Bishieher redete ich bey aller Gelegenheit von dem Netze oder nezförmigen Häutgen im Auge, als von demjenigen Theile desselbigen, an welchem das Licht die zum Sehen dienliche Empfindungen hervorbringe. Es ist auch diese Meynung wirklich nicht nur die älteste, sondern auch die allergemeinste. Gleichwohl darf ich nicht verschweigen, daß einige sehr geschikte Optici die nurbesagte Verrichtung dem schwarzen Häutgen auftragen, und ihre Meynung mit einer Menge wichtiger Bemerkungen und Vernunftschlüsse bestättigen. Weil mir der Raum das Anführen derselbigen nicht zulässet, so verweise ich den geneigten Leser auf die Wercke des Herrn MARIOTTE (d) als des Erfinders dieser Wahrheit, woferne anders es eine ist; ingleichen auf des Herrn

LE

(d) Recueil des Oeuvres de M. Mariotte, Lettre à M. Piquet.

LE CAT (e) welcher die Sache für völlig gewiß hält, und ihre Vertheidigung übernimmet, Abhandlung von den Sinnen. Doch kann ich nicht umhin, einen sehr merkwürdigen Versuch hier anzuführen, indem derselbige zu der ganzen Sache Anlaß gab, und den Herrn MARIOTTE auf die Meinung, es sey das schwarze Häutgen das unmittelbare Werkzeug des Sehens, brachte.

Indem Herr MARIOTTE erwog, es befinde sich der markige Theil des Gesichtsnerven, daraus das Nez seinen Ursprung nimmet, nicht in der Mitte des Auggrundes, als an welchem jedwede dem Auge gerade entgegen stehende Sache abgebildet wird, sondern er habe seine Stelle, wenigstens doch bey einem Menschen, etwas höher, und seitwärts, gegen die Nase zu, so wollte er sehen, ob ein Bild, das auf diesen Ort falle, fühlbar seyn würde. Zu diesem Ende hefftete er an eine dunkelgefärbte Wand, erstlich eine kleine papierne Scheibe, um das Auge darnach zu richten, und sodann etwa zween Schuh weit von selbiger, auch etwas tiefer, eine andere etwas grössere Scheibe. Wenn er sodann das linke Auge zuschloß, und die erste Scheibe mit dem rechten steif ansah, so erblikte er zugleich auch die zweyte neben jener befindliche; Trat er aber allmählig zurücke, bis er neun Schuh von der Wand wegkam,

so

(e) S. 385. Herr le Cat schläget sich nicht nur zu der Meynung des Herrn Mariotte von dem unmittelbaren Gliedmasse des Sehens, sondern er vertheidiget sie auch durch viele von ihm selbst angestellete Versuche, und durch Bemerkungen, welche der Sache den Ausschlag zu geben scheinen.

so verlohr er die zweyte Scheibe aus dem Gesichte. Es kam aber dieses nicht daher, als ob sie von der ersten zum Gesichtspunkte dienenden, zuweit entfernet gewesen wäre, denn er sah andere noch weiter gegen die rechte Hand entfernete Dinge, noch immer ganz wohl. Er mochte diesen Versuch wiederhohlen, und auf andere Weise anstellen, so offt und wie er wollte, so blieb doch der Erfolg davon, einmahl wie das andere, einerley. Hieraus nun folget unwidersprechlich, es sey ein Bild, wenn es ganz genau auf den markigen Theil des Gesichtsnerven falle, nicht fühlbar, und Herr MARIOTTE folgert noch ferner daraus, weil das Nez eine Ausbreitung des besagten markigen Theiles sey, so sey es eben so unempfindlich, als er selbst, und seine Verrichtung bestehe nur darinnen, daß die Hefftigkeit der Lichtstrahlen bey dem Durchfahren durch sein schlaffes und durchsichtiges Gewebe, vorher gemäßiget werde, ehe sie das schwarze Häutgen, wo nach seinem Vorgeben das Sehen eigentlich geschiehet, erreichen.

Daß man scharf siehet, das beruhet auf 2 Stücken, erstlich, auf der Menge der Strahlen, die sich hinten am Auge miteinander vereinigen, und einen jedweden Punkt der Sache daselbst abbilden; zweytens, auf dem grössern oder kleinern Plaze, den das Bild einer gegebenen Sache, entweder auf dem Netze, oder auf dem schwarzen Häutgen ausfüllet. Denn je weiter das Bild sich ausbreitet, desto mehr wird die Empfindung unter mancherley Theile des Gliedmasses vertheilet, und desto schwächer ist die Bewegung, darein jedweder Theil gesetzet wird. Aus diesem Grunde öffnen wir den Stern so weit als wir immer können,

wenn wir bey sinkendem Tage, oder in einem dunkeln Orte etwas geschriebenes lesen, ja wir sehen auch in einem solchen Falle weit genauer, als unsere Gewohnheit es mit sich bringet, auf das Papier. Beedes hilft soviel, daß eine gröffere Menge Strahlen ins Auge fähret; allein, soll das zulezt erwähnte Mittel zugleich auch dem allzustarken Verlaufen der Strahlen abhelfen, so erfordert es ein Anstrengen des Auges, und dieses Anstrengen verursachet in die Länge eine Ermüdung.

In so ferne das scharfe Sehen auf der Grösse des Bildes beruhet, würde dieser Grad desselbigen in gar keine Betrachtung kommen, woferne nur das Licht, wenn es von weitem herkommet, bey seinem Durchfahren durch die Luft, und andere durchsichtige Materien, keine so starcke Verminderung erlitte. Denn wiewohl die Lichtkegel, wenn sie von einer weit entferneten Sache ausfahren, unterweges immer verlaufender, folglich auch dünner werden, und aus einer desto geringern Anzahl Strahlen bestehen, so wird doch dagegen das von ihnen hinten am Auge abgemahlete Bild, auch um soviel kleiner, folglich verdicken sich gleichsam die Empfindungen nach eben dem Maasse, als ihre Quelle, das Licht, sich verdünnet,

Betrachten wir die Vorbeygehenden durch die Fensterscheiben unseres Zimmers, so sehen wir sie weit besser, als sie uns sehen. Die Ursache ist, weil die Strahlen, die von ihnen zu uns kommen, weit lebhafter sind, als diejenigen, durch deren Hülfe sie uns wahrnehmen. Nebstdeme so wirket das helle Tagelicht, darinn sie wandeln, in ihre Augen, folglich

können sie die Wirkung des besagten schwachen Lichts ohnmöglich eben so stark empfinden, als unsere mehr ausgeruhete Augen ein stärkeres Licht fühlen. Das Gegentheil mit der Gasse und dem Gemache erfolget, wenn es auf jener Nacht, dieses aber stark erleuchtet ist.

Fähret eine Sache mit grosser Geschwindigkeit vor unsern Augen vorbey, so schreiben wir ihr zum öftern eine ganz andere Gestalt und Grösse bey, als sie wirklich hat. Drehet sich ein Vielecke um seine Achse, so scheinet es uns eine Kugel zu seyn; eben also kommet uns auch ein Reif vor, wenn er sich um seinen Durchmesser schwinget. Die Flügel einer Windmühle, damit die Kinder spielen, stellen eine runde Scheibe vor. Ein Seil, das man schwinget, hat die Gestalt einer sehr langen Raute. Eine glüende Kohle bildet bey dem Herumdrehen einen lichten Kreis; Eine steigende Rackete erscheinet mit einem feurigen Schwanze, u. s. w. Alles dieses beruhet auf folgender Ursache: Beweget sich eine Sache, so wird sie immer fort an einem andern und andern Orte des Auges abgemahlet; Wechselt nun das Bild seine Stelle mit groser Schnelligkeit, so dauret die Empfindung an der ersten Stelle noch immer, wenn das Bild schon in die andere, dritte, ja in noch mehrere Stellen, fortgerücket ist. Daher kommet es, daß uns die an vielen Orten nacheinander erfolgenden Erscheinungen der Sache gleichsam aneinander zu hängen bedünken, und daß eine Sache, die uns, wenn sie ruhete, nur als ein Punkt vorkommen würde, bey ihrer schnellen Bewegung von einem Orte zum andern, das Ansehen einer Linie ge-

winnet. Gleichfals verwandelt sich aus eben diesem Grunde eine Sache, die nur an ihrer blosen Länge kenntlich fället, in eine Fläche, und ein halber Reif, der sich um seinen Durchmesser schwinget, lässet das Auge eine ganze Kugel erblicken. Es wird hieraus sehr wahrscheinlich, daß die lichten Streifen, die man des Nachts in der Luft erblicket, und der gemeine Mann, **den Drachen** oder **fallende Sterne** nennet, nichts anders, als entzündete und mit groser Schnelligkeit aus einem Orte zum andern fahrende Dünste sind, oder daß dergleichen Materie in einer gewissen Richtung ausgebreitet sey, und sich zwar allmählich, aber mit groser Geschwindigkeit entzünde.

Ziehet man die Augenlieder gegeneinander, als ob man das Auge schliesen wolte, (welches man insgemein blinseln nennet,) und man siehet hernach bey Nachtzeit gerade in ein brennendes Licht, so erblicket man oben und unten an der Flamme lange Lichtstrahlen, dergleichen man um die Häupter der Heiligen zu mahlen pfleget. Fähret man nun mit dem Finger oder mit der Hand allmählig von oben herab und vor dem Auge vorbey, so nimmet die Hand, welches zu verwundern, die unten am Lichte schimmernde Strahlen weg, und sie verschwinden; Ein gleiches geschiehet mit den obern Strahlen, wofern man mit der Hand von unten nach der Höhe fähret.

Diese Ereignung verdiente das Nachdenken der Naturforscher allerdings. Der Herr de la Hire meynet, es würden die von der Flamme ausfahrende Lichtstrahlen, bey ihrem Durchfahren durch das dik-

dicke zähe Wasser, das sich zwischen der durchsichtigen Hornhaut und den Augenliedern sammelt, von oben herab, und von unten aufwärts gebrochen. Fast eben dergleichen Gedancken heget auch der berühmte englische Arzt, Herr Briggs in seiner Ophthalmographie. Dagegen verwirft Herr Smith diese Erklärung, darum, weil die Strahlen, davon die Rede ist, nicht mit allerley Farben erscheinen, mit welchen doch gebrochenes Licht erscheinen müste. Er seines Ortes glaubet, es rühre diese Sache vielmehr daher, weil die Strahlen, indem sie an dem untern und obern Augenliede vorbey führen, gebogen würden.

Ohnerachtet jedweder Mensch zwey Augen hat, und die gesehene Sache ordentlicher Weise sowol in einem als dem andern abgemahlet wird, so sehen wir dennoch dieselbige nicht gedoppelt, sondern nur einfach. Sollte es wohl wahr seyn? was einige berühmte Gelehrte vorgaben, als ob nämlich die Augen bey ihrem Dienste abwechselten, und wenn eines sehe, das andere unterdessen ruhe; oder als ob die Seele von beeden Bildern nur eines betrachte, das andere aber keines Anschauens würdige? Zwar gestehe ich gerne, es könne Fälle geben, da dergleichen würklich geschiehet; allein da es vorizt auf dasjenige, was bey dem Sehen einer Sache ordentlicher Weise zu geschehen pfleget, ankommen will, so kann ich einige anserordentliche Fälle ohnmöglich statt einer beständigen Regel annehmen. Solle ich demnach aus meiner eigenen und aus vieler andern Personen, die ich deswegen zu Rathe zog, Erfahrung einen Schluß machen, so hat es allerdings seine Richtigkeit damit, nicht nur, daß man eine Sache mit

beeden Augen zugleich siehet, sondern auch, daß ein Bild sowol, als das andere, einen Einfluß in das Sehen habe, und zur Empfindung der Sache das ihrige beytrage: denn die Erfahrung lehret, man sehe mit beeden Augen besser und schärfer, als mit einem einzigen, man werde nicht so bald müde, und man beurtheile über dieses auch das Gesehene geschwinder und zuverläßiger. Ja gesezt auch, es gebe Leute, die gewöhnlicher Weise nicht mehr, als nur ein einziges Auge gebrauchen, so bliebe gleichwol noch immer zu erklären übrig, wie es zugehe, daß diese Gattung einäugichter Leute sodann, wann sie beede Augen zu Hülfe nehmen, die Sache nicht zweyfach sehen? die meisten Optici lösen diese Aufgabe folgender Gestalt auf.

Das Häutgen, damit der Grund des Auges überkleidet ist, und darauf die Sache abgemahlet wird, (ob es das nezförmige oder schwarze sey, das gilt vorizt gleich,) besagtes Häutgen also, ist ein Gewebe von Fasern, die zum Gesichtsnerven gehören. Vermuthlich nun, bestehet bey jedwedem Menschen oder Thiere das Häutgen des einen Auges gewöhnlicher Weise aus eben so vielen, eben also eingerichteten, ja vielleicht auch mit eben demselbigen Grade der ausdehnenden Kraft versehenen Nervenfäsergen, als das Häutgen im andern Auge, wenigstens ist es doch erlaubt, diese Beschaffenheit als wirklich, anzunehmen. Gesezt nun, man richte beede Augen auf eben dieselbige Sache, so fällt im rechten Auge das Bild auf eben dieselbige Stelle des erwähnten Gewebes, als im lincken, daher sind beederley Empfindungen vollkommen übereinstimmig, sie machen, so zu sagen, nur einen einzigen Klang aus, und erwecken also in der

See-

Seele nur einen einzigen und eben denselbigen Begrif, welcher stärker und deutlicher, als wenn er nur vermittelst eines einzigen Bildes entstünde, übrigens aber allezeit nur einer ist, eben so, wie der Klang, den man vermittelst beeder Ohren vernimmet, oder der Geruch, den man durch beede Nasenlöcher empfänget.

Hieraus folget, man müsse die Sache gedoppelt sehen, wenn das Bild im rechten Auge auf eine andere Stelle des Häutgens fället, als im linken, oder umgekehrt. Gleichwie denn dieses in der That geschichet, wenn die besagten ähnlichen Stellen nicht gegen einerley Sache gewendet sind. Es fället nicht schwer, dießfals eine Probe anzustellen, man darf nämlich nur eines von beeden Augen auf die Seite drücken, damit es seinen Ort gegen die Sache verändere.

Die Richtung beeder optischen Achsen (f) gegen eben dieselbige Sache, verschafft uns mancherley Vortheile. Sie verhindert es nicht nur, daß wir eine Sache nicht doppelt sehen, sondern sie setzet uns auch in den Stand, die Entfernung derselbigen, woferne sie nicht zu groß ist, gut zu beurtheilen. Fehlet uns diese Hülfe, so betriegen wir uns sehr leicht, und es gehöret eine lange Uebung dazu, bis man sie missen lernet. Eine Person, die ein Auge zuhält, oder es kürzlich verlohren hat, wird



(f) Die Linie, welche aus der Mitte des Augengrundes durch die Mittelpunkte des Crystalles und der durchsichtigen Hornhaut, bis an die gesehene Sache gezogen wird, nennet man die optische Achse.

ein Münzstükgen, das etliche Schuhe weit von ihr lieget, bey weitem nicht so gewiß mit dem Finger treffen, als eine Person, die beede Augen dazu gebrauchet, darum, weil die leztere durch das Durchkreuzen der optischen Achsen geleitet wird. Müste der Jäger bey dem Zielen die Entfernung des Wildprets, und nicht vielmehr die Richtung desselbigen beurtheilen, so thäte er sehr unrecht, daß er ein Auge zudrücket.

Richtet ein Mensch beede Augachsen frey und ungezwungen nach der Sache, die er betrachtet, so siehet er gerade; dagegen schielet er, wenn er bey dem Betrachten einer Sache nicht mehr als ein einziges Auge gegen sie kehret, das andere aber anderswohin wendet.

Herr DE LA HIRE untersuchte die Mängel und Krankheiten des Gesichtes mit besonderer Sorgfalt, und erklärete die Ursache des Schielens auf folgende Weise: Nach seiner Meynung ist das Nez an einem gewissen Platze empfindlicher, als an den übrigen, und es wird eben deßwegen die gesehene Sache sonst nirgend mit solcher Deutlichkeit, als auf demselbigen Platze, abgemahlet. Ist nun das Auge gehörig eingerichtet, so trifft die optische Achse gerade in die Mitte des besagten Platzes; allein dieses fället bey einem schielenden Auge nicht möglich. Denn es hat sein empfindliches Plätzgen nicht an der rechten Stelle, sondern neben selbiger, daher muß auch seine optische Achse eine ganz andere Richtung, als bey einem gerade aus sehenden Auge, annehmen.

Herr

Herr JURIN widerleget diese Erklärung, vermittelst eines sehr leichten Versuches, dagegen schwerlich etwas einzuwenden seyn wird; drücket man nämlich das gute Auge zu, so wendet sich das schielende Auge gerade gegen die Sache, ohnerachtet es sich, so lange jenes offen stund, davon wegwendete. That es nun dieses leztere deswegen, damit es sein empfindliches Plätzgen, das nicht auf der rechten Stelle stehet, gegen die Sache wenden könnte, wie kann es denn die Sache vorizt, da es sich gerade gegen sie wendet, erblicken, oder warum richtet es sich vielmehr gerade gegen sie, da es doch dieselbige sehen will?

Er seines Ortes glaubet, ein Schielender betrachte eine Sache nur mit einem Auge auf einmahl, und Herr BUFFON, (g) welcher diese Materie nach ihm untersuchte, pflichtet dieser Meynung ebenfalls bey. Zum Beweise gründet er sich auf etwas sehr bekanntes; Es haben nämlich die beeden Augen eben derselbigen Person sehr selten einerley Schranken des deutlichen Sehens. Also kann, zum Beyspiele, das rechte Auge eine sehr kleine Sache in der Weite von 8 bis 20 Zollen recht gut erkennen, das linke hingegen in der Weite von 12 bis 24. Steiget nun diese Ungleichheit bis auf einen gewissen Grad, so können, nach Herrn BUFFONS Meynung, beede Augen ohnmöglich einerley Sache zu einerley Zeit mit Deutlichkeit sehen, sondern das verwirrete Bild in einem Auge verhindert, daß man die im andern Auge vorgegangene ordentlichere Wirkung



(g) Mem. de l'Acad. des Sciences 1743. S. 231.

der Strahlen, nicht so gut empfindet, als ohne die Gesellschaft der erstern geschehen würde. Da nun jedweder aus einem natürlichen Triebe, so deutlich als es ihm möglich fället, zu sehen trachtet, so wird es endlich bey einer mit diesem Fehler behaftete, Person zur Gewohnheit, daß sie bey dem Betrachten einer Sache ein Auge von ihr wegwendet, und nur das andere, welches dieselbige deutlich vorzustellen im Stande ist, gebrauchet.

Nun ist zwar diese Erklärung sehr sinnreich, gleichwohl aber nicht ohne Schwierigkeit. Unterdessen hat Herr BUFFON selbst einige Einwürfe, die er zum Voraus sehen konnte, durch Versuche und sehr wahrscheinliche Vernunftschlüsse beantwortet, und er giebt nebstdeme auch zu, es könne das Schielen manchesmahl aus einer ganz andern Ursache herrühren, obgleich die von ihm angeführete, die hauptsächlichste und gewöhnlichste sey.

Das Auge ist allerley Krankheiten unterworfen. Eine der allerschlimmesten ist, wenn das Crystall seine Durchsichtigkeit entweder gänzlich, oder doch zum Theil verliehret. Ein solcher Zufall heisset der Staar. Ist die Durchsichtigkeit völlig verlohren, so ist das allerbeste, man nehme das Crystall weg, und ersetze seinen Mangel durch eine dazu schikliche Brille. Die Weise, das Crystall wegzunehmen, ist zweyerley: Die erste, älteste und gewöhnlichste, bestehet darinnen, daß man die undurchsichtige Hornhaut mit einem nadelähnlichen Werkzeuge durchsticht, das Crystall von den Bändern (ligamenta ciliaria) losmachet, und in den untern Theil der Augenkugel, unterhalb des Sterns herab drücket.

Die

Die zweyte, und seit kurzem erfundene Weise, habe ich den Herrn DAVIEL mit grosser Geschiklichkeit und erwünschtem Erfolge gebrauchen sehen, gleichwie er sich denn dadurch berühmt gemachet hat. Sie bestehet darinnen, daß man zwey Drittheile von der durchsichtigen Hornhaut, der Länge nach mit einer Scheere öfnet, und das ganze Crystall heraus nimmet. Die Ränder der Hornhaut legen sich hernach an das harte Häutgen, und die wässerige Feuchtigkeit ersetzet sich wieder. Innerhalb acht bis zehn Tagen ist alles geschehen.

Unterdessen mag das verdunkelte Crystall weggenommen werden, auf welche Weise man will, so wird doch das verlohrne Gesicht durch dieses Mittel wieder herbeygeschafft. Denn da die Augenkugel mit der wässerigen und gläsernen Feuchtigkeit völlig angefüllet ist, so finden die Lichtstrahlen nirgend eine Hinderniß, sondern sie vereinigen sich hinten am Netze. Allein, weil der Grad des Brechens, den sie sonst von dem Crystalle empfiengen, vorizt fehlet, so geschiehet ihre Vereinigung nur unvollkommen. Man muß also, um diesem Mangel abzuhelfen, ein erhabenes Glas vor das Auge halten, gleichwie ich künftig, wenn ich auf die Brillen für weitsichtige Personen zu reden komme, umständlicher zeigen werde.

Noch eine andere Augenkrankheit entstehet, wenn sich die Galle in die wässerige Feuchtigkeit ergiesset, denn sodann scheinet alles, was man ansiehet, gelb. Die Ursache ist, weil die Strahlen, welche von der Sache ins Auge fallen, eben also zerleget werden, als wenn sie durch ein gelbes Glas führen, folglich

das Bild hinten am Auge beynahe von gar keinen andern, als gelben Strahlen, gemahlet wird. Man hat Beyspiele, daß einigen Personen, wenn sie von einer Krankheit, oder von einem andern heftigen Zufalle genasen, alles was sie ansahen, roth, grün oder blau vorkam, vermuthlich weil ihre Augenfeuchtigkeiten eine von diesen Farben an sich genommen hatten.

Reibet man des Nachts die Augen auf eine gewisse Weise, oder man bekommet einen starken Schlag darauf, so vermeynet man, es führen Funken heraus. Auf was für einem Grunde mag nun wohl eine so seltsame Erscheinung bey stokfinsterer Nacht, ja sogar bey geschlossenen Augen, beruhen? Die Ursache ist sonst nirgend als in der Erschütterung des Gliedmasses zu suchen, es mag nun solche mittelbar oder unmittelbar von dem äusserlich reibenden oder anstossenden Körper verursachet werden. Es kann nämlich das äusserlich vorgehende Reizen des Auges seinen innwendigen Theilen mitgetheilet werden, und die Materie des Lichts, die in den kleinesten Theilgen desselbigen eben sowohl, als in jedwedem andern Körper vorhanden ist, rege machen. Dergestalt können die nervichten Fasern auf eben dergleichen Weise, als vermittelst eines von aussen einfallenden Lichtes zu geschehen pfleget, in Bewegung gesetzet werden.

Unsere sinnliche Begriffe nehmen ihren Ursprung allemiteinander aus den Empfindungen, die an gewissen Theilen unseres Leibes vorgehen. Kann nun einerley Empfindung auf vielerley Weise verursachet werden, so kann auch einerley sinnlicher Begriff

sei-

seinen Ursprung auch allerley Weise nehmen. Beyspiele hievon liefern uns die übrigen Sinnen. Hat nicht das Klingen im Ohre eine Gleichheit mit gewissen andern Klängen, welche ordentlicher Weise von aussen hinein fallen? Ist wohl eine andere Ursache, warum wir ein heftiges Bauchgrimmen mit einem Schneiden oder Stechen vergleichen, als weil wir in einem Falle eben dieselbige Empfindung verspühren, als im andern? Wir haben also, wenn uns das Feuer im Dunkeln aus den Augen fähret, billige Ursache zu vermuthen, es gehe sodann am Augengrunde eben dasjenige vor, als wenn er von äusserlich einfallenden Lichtstrahlen berühret würde.

Bisher habe ich von den Wirkungen des Lichtes, in soferne sie das Sehen betreffen, überhaupt geredet, nun muß ich noch etwas von der Weise, wieuns die Farbe der gesehenen Sache sichtbar werde, erwähnen.

Betrachtet man die Farben, in soferne sie im Gesichtssinne vorhanden sind, so sind sie nichts anders, als ganz eigene Begriffe, davon die Ursache in den Empfindungen, welche die in der 1. Abtheilung des 3. Abschnittes erklärete Lichtgattungen im Auge veranlassen, lieget, und es können übrigens besagte Lichtgattungen, sowohl einzeln, als mehrere zugleich, wirken.

Weil man annehmen kann, es unterscheide sich jedwede Lichtgattung durch die Grösse, Gestalt und ausdehnende Kraft ihrer Theilgen, oder auch durch die Bewegung derselbigen, von allen übrigen, und weil eben so, wie dieses, vermöge der Erfahrung, bey dem Geschmacke, Geruche u. s. w. geschiehet, die nurbesagte Eigenschaften nicht nur dazu dienen,

daß wir die damit begabte Dinge empfinden, sondern auch, daß wir sie kennen und voneinander unterscheiden, so ist zu vermuthen, es werde allemahl, so oft als von einer mit rother Farbe überzogenen Oberfläche, Lichtstrahlen ins Auge fallen, der Augengrund auf eine gewisse eigene Weise, welche blos für diese Strahlen gehöret, und unter eben denselbigen Umständen allemahl Plaz hat, berühret. Fraget man uns sodann, was wir empfinden, so sagen wir, die rothe Farbe, welcher Ausdruk im Grunde zwar willkührlich, durch den Gebrauch aber und das allgemeine Belieben festgesetzet ist. Eben diese Beschaffenheit hat es auch mit allen übrigen Farben; Ich sage, der Safran sey gelb, das Gras sey grün, der Himmel blau u. s. w. darum, weil das gleichartige Licht, vermittelst dessen ich jedwedes von besagten Dingen sehe, einmahl wie das andere, eben dieselbige Empfindung im Auge hervorbringet, und weil ich den für diese Empfindung beliebten Namen in der Jugend gelernet habe.

Indem nun jedwede Lichtgattung die Eigenschaft, einen ihr ganz allein eigenen sinnlichen Begriff zu erwecken, besitzet, so ermisset man leicht, es entstehe sodann ein vermischter oder zusammengesezter Begriff, wenn mehr als eine Gattung ihre Wirkung zu gleicher Zeit am Auge erzeige, eben so wie der Geschmak und der Geruch durch Vermischung mehrerer Dinge von verschiedenem Geschmacke oder Geruche, auf unzählige Weise verändert wird, folglich muste man für diese vermischten Begriffe eigene Nahmen haben. Dergestalt entstanden die Namen, Grau, Braun, Meergrün, Zimmetfarbe u. s. w. und man drük-

ket damit die Empfindungen aus, welche eine vermittelst vieler zusammengemischter Lichtgattungen sichtbare Sache in uns erwecket.

Eben diese Begriffe von den Farben, welche durch die von einer Sache herkommende einfache oder vermischte Lichtgattungen, in uns erreget werden, entstehen auch, und dauren eben sowohl ohne die nurgemeldete Ursache, woferne nur eben eine solche Empfindung, als ordentlicher Weise das Licht im Auge zu wirken pfleget, durch irgend ein anderes Mittel in demselbigen hervorgebracht oder fortgesezet wird. Eben daher kommet es, daß man eine sehr helle Farbe noch immer, auch bey verschlossenen Augen, siehet, woferne man dieselbige vorher eine zeitlang scharf betrachtet hat.

Nun wollen wir sezen, wir hätten eine Sache, die eine zusammengesezte Farbe an sich hat, betrachtet, und es verursacheten die Lichtgattungen, daraus die Farbe bestehet, Empfindungen von ungleicher Dauer am Augengrunde, so wird man nicht nur nach bereits geschlossenem Auge, die Sache noch immer sehen, sondern es wird auch ihr Bild nach und nach immer eine andere und andere Farbe an sich nehmen. Etwas dergleichen geschiehet, wenn man in die untergehende Sonne siehet, sodann die Augen schliesset, und ohne Verzug in ein stokfinsteres Gemach tritt, denn da wird die Sonnenscheibe, welche uns die Einbildungskraft zeiget, nach und nach beynahe eben also, wie es die Ordnnng der prismatischen Farben mit sich bringet, weiß, gelb, roth, grün, blau oder violett und zulezt schwarz; zuweilen aber erscheinen die Farben, so wie die Erschütterung des Gesichtsnerven

länger

länger dauert oder geschwinder vergehet, ohne Ordnung, und Stosweise.

Man nennet diese Farben, gleichwie überhaupt alle übrige, wenn sie in Abwesenheit der gefärbten Körper entstehen, dauern oder abwechseln, zufällige Farben. Niemand hat meines Wissens sie genauer untersuchet, als Herr BUFFON. (h) Er bemerkete einen gewissen ordentlichen Zusammenhang zwischen diesen und den wirklichen Farben, davon der Begriff vermittelst äusserlicher Dinge in uns erwecket wird. Also fand er zum Beyspiele, aus dem Rothen komme das Grüne, auf Gelb folge Blau; würden die zufälligen mit den wirklichen vermischet, so brächten sie eben dieselbige Erscheinung hervor, als die leztern, nach ihrer Vermischung mit andern von gleicher Natur, verursachen. Alles dieses gründet er auf ungemein merkwürdige Beobachtungen und Erfahrungen, die ich zwar an diesem Orte nicht beybringen kann, die aber niemand, der an solchen Untersuchungen Gefallen findet, ohne grosses Vergnügen lesen wird.

Also findet man zum Beyspiele, folgende Beobachtung, welche beym ersten Anblicke sehr sonderbar zu seyn scheinet, in seiner Schrift: „da der Schat„ten eines Körpers in dem blossen Abwesen des Lichts „bestehet, folglich von rechtswegen schwarz seyn soll„te, so ist er doch bey dem Auf- und Untergange der „Sonne allemahl gefärbet. Meines Wissens, fäh„ret Herr BUFFON fort, hat niemahls einiger „Sternseher, Naturforscher, noch überhaupt ein „Mensch

(h) Mem. de l' Acad. des Sc. 1734. S. 147. u. f.

„Mensch das geringste Wort von dieser Erscheinung „erwähnet, und also glaube ich, man werde den gan„zen Verlauf der Wahrnehmung, als etwas Neues, „nicht ungerne lesen.

Es geräth in mancher Wissenschaft, absonderlich in der Naturlehre, zuweilen eine Erfindung in die Vergessenheit, ja sie gehet wohl gar verlohren, und wird erst nach einigen hundert Jahren von neuem wieder entdecket; Allein ist man dem neuen Erfinder deswegen keinen Danck schuldig? die Sache, davon vorizt die Rede ist, war vor 250. Jahren bereits bekannt, gleichwie denn ein gelehrter und berühmter italienischer Künstler, (i) welcher nachgehends zu Fontainebleau in den Armen eines französischen Königes (k) starb, in seinem Buche ausdrüklich davon erwähnet, und den Innhalt seines 328. Kapitels folgendermassen vorträget: **Warum der Schatten eines Körpers, wenn er bey sinkendem Tage auf eine weisse Wand fället, blau sey?** Er bringet eine sehr wahrscheinliche Erklärung, die ich mit seinen eigenen Worten hieher setzen will, davon bey.

„Kommet, sagt er, der Schatten eines Körpers „von der Röthe der untergehenden, und nahe am „Ge-

(i) Leonard Vinci. Das Buch, davon hier die Rede ist, hat den Titel Abhandlung von der Mahlerey. Das erstemahl kam es zu Paris 1651 in franz- und italienischer Sprache heraus; Im Jahre 1716 wurde es nur französisch in 12· gedruckt. Es ist dieses Werk nicht nur den Mahlern, sondern auch den Naturforschern ungemein nüzlich.

(k) Franz der erste.

„Gesichtskreise befindlichen Sonne her, so ist er alle-
„mahl roth. Die Ursache ist, weil jedwede erleuch-
„tete Oberfläche etwas von der Farbe des erleuch-
„teten Körpers an sich nimmet. Da nun die weisse
„Farbe der Wand, von gar keiner andern Farbe et-
„was an sich hat, so nimmet sie etwas von dem,
„was gegen ihr stehet, nämlich von der Sonne und
„dem Himmel, an sich; indem aber die Sonne zur
„Abendzeit röthlicht, der Himmel hingegen blau er-
„scheinet, und jene den Ort, wo der Schatten ist, nicht
„sehen kann, (massen kein einziger leuchtender Kör-
„per den Schatten eines von ihm erleuchteten Kör-
„pers je gesehen hat,) wohl aber der Himmel, so muß
„der vom Himmel hergeleitete Schatten, wenn er
„auf eine weisse Wand fället, eine blaue Farbe ha-
„ben, und dagegen der Grund dieses Schattens
„wird röthlicht seyn, darum, weil er von der Sonne,
„die eine röthliche Farbe hat, erleuchtet wird.

Er will soviel sagen: Die weisse Wand werde von dem blauen Lichte des Himmels merklich gefärbet, es erscheine aber diese Farbe nur soweit, als der Schatten gehet, indem das übrige von der Wand durch ein stärkeres Licht, dafür man das Blaue nicht sehen kann, erleuchtet werde. Es ist hiezu schon genug, daß der Schatten schwach sey; mit dieser Bedingung aber hat es seine Richtigkeit allemahl, wenn die Sonne sich nahe am Gesichtskreise befindet.

Was ich bisher vom Sehen beygebracht habe, das wird hoffentlich zur Genüge erläutern, wie das Licht überhaupt genommen, bey seinem Durchfahren durch die Augenfeuchtigkeiten also eingeschränket werde, daß es die Bilder der Dinge, davon es herkom-

met,

met, auf eine richtige Weise im Augengrunde abmahle. Gleichfalls habe ich erkläret, wie es zugehe, daß besagte Bilder uns die natürliche Farbe der Dinge vorstellen, weil sie nämlich, nicht vermittelst eines jedweden beliebigen Lichtes, sondern vermittelst eines gleichartigen, es sey nun einfachen oder vermischten, abgemahlet werden. Allein, ist man bey dieser Beschaffenheit der Sache nicht berechtiget zu fragen? wie es denn also komme, daß wir schwarze Dinge, ohnerachtet sie, wie im dritten Abschnitte gemeldet wurde, gar keine Lichtgattung ins Auge werfen, gleichwohl sehen?

Diese Frage verdienet allerdings eine Antwort; Nur thut es mir leid, daß diejenige, die ich geben kann, einige Ueberlegung erfordert, und ohne selbige dem Leser vielleicht seltsam vorkommen wird.

Betrachten wir einen schwarzen Körper, so sehen wir im geringsten nicht ihn selbst, sondern die rings um ihn befindlichen erleuchteten oder hellen Oberflächen, die ihm gleichsam zum Grunde dienen. Das von ihnen herkommende Licht erwecket an dem ganzen Augengrunde, so groß als er ist, eine Empfindung, nur ausgenommen an dem Orte nicht, dahin das Bild der betrachteten Sache kommen sollte. Nun hat dieser lichtleere Ort im Auge eben solche Schranken, als die Gestalt des schwarzen Körpers, an dem die Schuld lieget, daß kein Licht dahin fället, folglich sind wir im Stande, die Grösse, Gestalt, Lage und Beschaffenheit des Körpers zu beurtheilen. Lesen wir, zum Beyspiele, in einem Buche, so verursachen keinesweges die schwarzen Buchstaben eine Empfindung in unserm Auge, sondern das zwischen ihnen

nen befindliche weisse Papier verursachet dieselbige, darum, weil sonst nichts vorhanden ist, was Licht in unser Auge würfe. Die Buchstaben selbst erkennen wir bloß an dem Mangel der sinnlichen Empfindung, den sie veranlassen.

Allein, möchte man dawider einwenden, verhielte sich die Sache wirklich also, so müsten uns alle schwarze Körper nur als blose Flecken, als Schattenbilder vorkommen, es weiß aber ein jedweder aus eigener Erfahrung, daß ihm eine schwarzgekleidete Person, oder ein schwarzes Thier, im geringsten nicht auf diese Weise erscheine, sondern daß er vielmehr nicht nur alle Glieder und Theile der Person, sondern auch ihre Dicke oder Ausrundung, sehr deutlich erkenne.

Daß wir alles dieses erkennen, das hat freylich seine Richtigkeit, allein die Ursache ist, weil die angeführten Sachen keinesweges durchaus schwarz sind, gleichwie doch der Einwurf voraussetzet. Dagegen unterscheiden sich die erhabensten und am meisten erleuchteten Theile von den übrigen, durch eine stärkere oder schwächere Schattirung, und durch abprallendes Licht, das ihren Umfang, ihre Ausrundung u. s. w. fühlbar machet. Dieses ist dermassen wahr, daß ein Mahler nimmermehr einen schwarzen Körper abbilden kann, er gebrauche dann weiß, und andere zum Vonsichwerfen des Lichts tüchtige Farben dazu; gleichwie uns denn im Gegentheile ein schwarzer Körper, wenn wir ihn von der Seite, da kein Licht auf ihn fället, betrachten, in der That als ein Schatten vorkommet.

# II. Abtheilung.

## Von dem Sehen, dabey man Hülfsmittel gebrauchet.

Hat gleich das Auge seine gröste Kraft, und ist in seinem vollkommensten Zustande, so ist doch das Sehen gewissen Bedingungen unterworfen, und in gewisse Schranken eingeschlossen. Stehet nämlich eine Sache nicht in soferne unverdecket, daß man von ihr bis in unser Auge eine gerade Linie unverhindert ziehen kann, so nehmen wir sie nicht wahr, ja gesezt auch, die besagte Linie hätte zwar übrigens Plaz, es wäre aber die Sache entweder zu weit entfernet, oder zu klein, so entgehet sie dennoch unserm Gesichte. Noch ärger ist es, wenn das Auge entweder geschwächet, oder sonst übel beschaffen ist, denn da wird es von der Entfernung oder geringen Grösse der sichbaren Sache um so vielmehr eingeschränket.

Zwar wuste man für diese Unbequemlichkeiten lange Zeit nicht den geringsten Rath, endlich aber wurden wir theils durch Zufall, theils durch einen Fleiß, der die Wissenschaft zur Führerin hatte, gewisser massen davon befreyet. Vorizt also, können wir mit Hülfe der Spiegel und gewisser geschliffenen Gläser, auch dasjenige, was unserm unmittelbaren Anblicke entzogen ist, wahrnehmen. Wir erblicken in dem Schooße der Natur Dinge, davon man glaubte, sie würden uns nimmermehr zu Gesichte kommen. Die allerentferntesten Dinge rük-

ken gleichsam näher zu uns, und lassen sich deutlich betrachten. Das halberstorbene Gesichte verlebter Greisen verjünget sich, ein allzukurzes erhält eine grössere Weitschaft; mit einem Worte, wir vermögen nicht nur unserer Bedürfniß, sondern auch unserer Neugierigkeit auf eine höchstvortheilhaftige Art ein Genüge zu thun.

Eben der Beschreibung dieser Vortheile ist die gegenwärtige Abtheilung gewidmet. Unterdessen werde ich bey dieser Gelegenheit auf eben dieselbige Weise verfahren, als bey Beschreibung unserer Versuchsanstalten bisher geschah; ich werde nämlich von der Weise, wie man dieses oder jenes zuwege bringen könne, nur das Hauptsächlichste beybringen, die genaue und umständliche Anweisung aber, meinem schon öfters erwähnten Werke, wie man die zur Naturerforschung nöthigen Werkzeuge verfertigen und gebrauchen müsse, vorbehalten. Da ich derer zur Optik nöthigen vorizt nur in soferne gedenke, als sie das Sehen befördern, oder ihm eine grössere Vollkommenheit beylegen, so scheinet mir eine Abtheilung derselbigen in gewisse Classen nicht nöthig zu seyn, sondern ich will ihrer in eben der Ordnung, als man sie erfand, folglich die einfachesten zuerst erwähnen.

## Die Brillen.

Der gewöhnlichste, und bey zunehmendem Alter beynahe unvermeidliche Augenfehler, bestehet darinnen, daß man kleine Sachen nun nicht mehr, wie ehemahls in der Jugend, auf 8 bis 10 Zolle weit zu erkennen vermag, sondern sie in einer grös-

sern

sern Entfernung zu betrachten, genöthiget ist. Wird nun dieses Entfernen zu einer unumgänglichen Nothwendigkeit, und wächset bis auf einen gewissen Grad, so gereichet es nicht nur zur Beschwerde, sondern es wird auch beynahe völlig unnütze, darum, weil kleine Sachen in einer grossen Entfernung vom Auge, allzukleine Winkel veranlassen, oder welches einerley, weil ihr Bild hinten am Auge einen dermassen kleinen Raum einnimmet, daß es keine hinlängliche Empfindung hervorbringen kann.

Dergestalt verlohren vor vier bis 500 Jahren die Leute ihr Gesicht schon lange Zeit vorher, ehe sie starben; sie konnten viele Jahre lang sonst nichts als ziemlich grosse Sachen, ja auch diese nicht einmahl mit gewünschter Deutlichkeit erkennen. Zum Glücke für sie, begonne man endlich um das Jahr 1300 die vergrössernde Eigenschaft der erhabenen Gläser zu gebrauchen. Zwar bekannt war sie damahls schon seit 200 Jahren, (l) allein von ihrem Nutzen wuste man noch nicht das geringste. Aller Wahrscheinlichkeit zu Folge, gebühret dem BACO, einem Franciskanermönche zu Oxford, der gröste Antheil an dieser Erfindung, (m) doch dem



(l) Alhaxen, welcher ums Jahr 1100 lebte, sagt ausdrüklich im 48. Cap. des 7. B. seiner Optik, eine Sache scheine grösser, wenn sie an die Grundfläche eines grossen gläsernen Kugelschnittes gebracht werde.

(m) Seine eigene Worte lauten folgender Gestalt: Si homo aspiciat litteras & alias res minutas per medium

sey wie ihm wolle, so hat man doch zuverläßige Beweise, daß die Brillen zu Anfange des 14. Jahrhundertes bereits im Schwange giengen, und daß sie damahls eine neue Erfindung waren. (n)

In der vorhergehenden Abtheilung habe ich meines Erachtens zur Genüge erkläret, sowohl woran es liege, daß weitsichtige oder alte Leute nicht deutlich

dium crystalli vel vitri vel alterius perspicui suppositi litteris, & sit portio minor sphæræ, cujus convexitas sit versus oculum, & oculus sit in aere, longe melius videbunt litteras, & apparebunt ei majores - - - & ideo hoc instrumentum utile est senibus & habentibus oculos debiles. Bacon aber starb 1292. Unterdessen zeiget Herr Smith aus dem, was auf die vorizt angeführeten Worte ferner folget, es habe Baco die Brillen keinesweges selbst erfunden, wiewohl nicht zu läugnen ist, er habe diejenigen, die sein Buch gelesen, auf die Spur gebracht.

(n) Man beruft sich dießfalls auf eine Handschrift aus der Büchersammlung des Herrn Redi, vom Jahre 1299. darinnen folgendes stehet: Mi trovo cosi gravoso di anni, che non avei volenza di legere e scrivere senza verri appellati okiali, trovati novellamente per commodità delli proveri veki, quando affiebolano del vedere, d. i. Ich befinde mich wegen Alters so schwach, daß ich weder lesen noch schreiben möchte, wenn die neuerfundenen sogenannten Augengläser nicht wären, welche einem armen alten Manne, dem sein Gesichte ableget, treflich zu statten kommen.

Bernhard Gordon, ein Arzt zu Montpellier, der ums Jahr 1305 sein Lilium medicinæ schrieb, streichet eine gewisse Augensalbe, die er für ungemein köstlich hielt, mit folgenden Worten heraus: Et est tantæ virtutis, quod decrepitum faceret legere litteras minutas absque ocularibus.

lich sehen, als auch, wie sie dem Fehler, wenn er nicht allzugroß ist, abhelfen können; Vorizt muß ich noch kürzlich beybringen, auf was für Weise die Kunst der Natur, wenn die eigenen Hülfsmittel derselbigen erschöpfet sind, Beystand leiste.

Es sind dergleichen Gesichter deßwegen fehlerhaftig, entweder, weil die Augenfeuchtigkeiten von Natur allzuplatt sind, oder, weil sie durch die Länge der Zeit eine Veränderung litten, und ihr Vermögen, die Strahlen zu brechen, zum Theil verlohren. Kommen also die Strahlen von einer 8 bis 10 Zolle weit entferneten Sache her, so fället es den besagten Feuchtigkeiten nicht möglich, sie so stark, als es der Grad ihres Verlaufens erforderte, zu brechen; sie treffen also den Augengrund schon, ehe sie sich miteinander vereiniget haben, woraus denn, zufolge der vorhin beygebrachten Gründe, ein undeutliches Sehen entstehet. Diesem Uebel hilft man ab, woferne man ein Glas, das eine abgemessene Ausrundung hat, zwischen das Auge und die Sache hält, denn wie schon gezeiget worden, so besitzen dergleichen Gläser die Eigenschaft, verlaufende Strahlen entweder weniger verlaufend, oder gleichlaufend, oder gar nähernd zu machen. Richtet man also die Ausrundung des Glases zu dem Fehler des Auges verhältnißmäßig ein, so beuget es die darauf fallende Strahlen auf eine solche Weise, daß es dem Auge, seiner Schwäche ohnerachtet, dennoch möglich fället, sie hinten am Netze miteinander zu vereinigen.

Es bestehet also eine Brille, die eine alte Person auf die Nase setzet, aus zweyen Gläsern, die

entweder auf beeden Seiten, oder doch auf einer, etwas erhaben seyn müssen. Ihr Nutzen ist, daß man nicht nur, vermöge der angezeigten Ursachen, deutlicher, sondern auch schärfer siehet. Das leztere kommet daher, weil die Brille das Verlaufen der auf sie fallenden Strahlen vermindert, folglich eine desto grössere Menge in den Stern bringet. Da sie nun überdeme auch beeden Augen zugleich dienet, so fähret man weit besser dabey, als bey einem einzelnen oder sogenannten Augenglase, darum, weil man besser und bequemer siehet, wenn man beede Augen dazu gebrauchet, als wenn nur eines.

Gleichwie nun die Brille, einem Gesichte, das ihrer bedarf, deswegen nüzlich fället, weil es die einfallenden Strahlen, der Beschaffenheit desselbigen gemäs, beuget, also fället sie hingegen einem Auge, für dessen Beschaffenheit das natürliche Verlaufen der Strahlen bequem fället, sehr schädlich; Eben deßwegen kann ein junger Mensch, der ohne Brille recht gut siehet, nichts mehr erkennen, sobald er sie gebrauchen will; ja sie hilft auch solchen Personen, denen sie in der Nähe nüzliche Dienste leistet, nicht das geringste mehr, sobald die Frage von einer entferneten Sache ist. Denn im leztern Falle sind die Strahlen, wegen der grossen Entfernung der Sache, als gleichlaufend anzusehen, da sie nun bey dem Durchfahren durch die Brille schon nähernd werden, so vereinigen sie sich hernach zu bald, und ehe sie noch das Nez berühret haben, im Auge.

Ordentlicher Weise ist der Gebrauch der Brillen ein Merkmahl des angehenden Alters: indem nun unsere Eigenliebe die Bedürfniß dieses Hülfsmittels,

gemei-

gemeiniglich so lang als möglich, verhehlen möchte, so will man uns mit einer so verdrießlichen Sache, welche die Abnahme der Kräfte ankündiget, nicht gerne erschrecken, sondern man bietet uns nur Gläser, das Gesicht gut zu erhalten, an. Aufrichtig zu reden, sind es Brillen, und der ganze Unterscheid bestehet darinnen, daß sie etwas flacher als die gemeinen sind. Wären sie völlig platt, gleichwie man Personen, die gerne immer jung bleiben möchten, weiß machet, so wäre es etwas sehr unnöthiges, das Gesichte damit zu verlarven, denn sie hülfen nicht das geringste, ausgenommen nur, wenn der Augengrund so zart wäre, daß man die Stärke des einfallenden Lichts mäßigen müste, denn in einem solchen Falle könnte man grünlichte und ganz platte Gläser dazu gebrauchen.

Ist die Entfernung gegeben, um welche man eine Sache vom Auge wegrücken muß, woferne man sie deutlich sehen will, so lässet sich der Grad der Ausrundung für eine Brille, damit man in der gewöhnlichen Entfernung, nämlich auf 8 bis 10 Zolle weit, deutlich siehet, finden. Man darf nur zu diesem Ende die einfallende Strahlen auf die in der Dioptrik festgesezte Regeln bringen, und dabey die Gestalt und Strahlenbrechende Kraft der gesamten Feuchtigkeiten des Auges in Erwegung ziehen: Noch leichter und geschwinder kommet derjenige davon, der sich bey einem Krämer unter einer grossen Menge Brillen die anständigste aussuchet.

Gerade das Widerspiel von dem iztberührten Gesichtsfehler, ist derjenige, da man alles, was man sehen will, sehr nahe ans Auge bringen muß. Die

Ursache davon, wird dem geneigten Leser aus der vorigen Abtheilung, da ich von kurzsichtigen Personen redete, noch erinnerlich seyn. Ist das Gesicht dermassen kurz, daß es eine kleine Sache nicht einmahl in der Nähe von 5 oder 6 Zollen zu erkennen vermag, so gereichet es zur grossen Beschwerlichkeit. Denn da eine solche Person von allem, was auf 5 bis 6 Schritte weit von ihr vorgehet, beynahe gar nichts erkennet, so ist sie so gut, als halb blind. Zu geschweigen, daß ihr bey Besichtigung einer in die Hand genommenen Sache, nicht mehr als ein einziges Auge seine Dienste leisten kann, das andere aber deßwegen unnütze wird, weil den optischen Achsen die Vereinigung mit einem Punkte nicht mehr möglich fället, sobald der Winkel, den sie miteinander machen, über 60 Grade halten muß. Hiezu kommet noch, daß eine Sache, die in einer dermassen grossen Nähe betrachtet wird, ungemein selten genugsam erleuchtet werden kann.

Man erzeiget demnach einem Kurzsichtigen in der That keine geringe Gefälligkeit, wenn man ihm ein Mittel, weiter in die Ferne zu sehen, verschaffet. Dieses nun geschiehet durch ein Hohlglas, und zwar deßwegen, weil es, vermöge seiner Eigenschaft, Strahlen, die es vorher gar nicht waren, verlaufend machet, bey andern aber, die es bereits waren, den Verlaufungstrieb vermehret. Denn da der Gesichtsfehler, davon ich rede, bereits erwähntermassen daher rühret, weil die Strahlen in den Feuchtigkeiten des Auges allzustark gebrochen, folglich eher, als sie das Nez erreichen, miteinander vereiniget werden, so erfolget hingegen die besagte Vereinigung

gung in einer genugsamen Entfernung vom Sterne, woferne man nur das Verlaufen der einfallenden Strahlen genugsam zu vermehren weis. Demnach kommet die ganze Sache darauf an, daß man der Hölung des Glases das gehörige Verhältniß zu dem Fehler des Auges, das ist, zu seiner allzugrossen Ausrundung, gebe. Nun fället es zwar ganz wohl thunlich, dieses Verhältniß durch die Lehrsätze der Dioptrik heraus zu bringen, es ist aber im Falle der Noth der allerkürzeste Weg, man wähle sich unter vielen Hohlgläsern eines, das man für das anständigste befindet.

Wer sich eines Hohlglases bedienet, dem kommet eine Sache zwar kleiner, auch weiter entfernet, als mit blossen Augen vor, dagegen aber weit deutlicher. Man saget insgemein, kurze Gesichter dauerten weit länger als andere. Ist dieses eben so gewiß, als es dergleichen Personen zum Troste gereichet, so kann man zur Ursache davon folgendes angeben: weil nämlich der Fehler eines kurzsichtigen Auges darinn bestehet, daß es eine allzugrosse Rundung hat, das Auge aber bey zunehmendem Alter platter zu werden pfleget, so verfället ein solches, davon wir reden, nicht so bald, als andere Augen, in den gegenseitigen Fehler. Das gewisseste ist, daß kurzsichtige Personen gerne kleine Schrift lesen, auch schreiben. Unterdessen halte ich diese Neigung eben nicht für ein Anzeigen eines desto schärfern Gesichtes, sondern ich glaube vielmehr, sie rühre daher, weil eine solche Person mit einem einzigen Blik desto mehr zu übersehen vermag.

Will man die Wirkung, sowohl der erhabenen, als der Hohlbrillen, auf eine sehr deutliche Weise vor Augen stellen, so dienet folgender sehr artiger Versuch dazu: Man nehme das durch die 3. Figur vorgestellete künstliche Auge, das ich zu dem Versuche der vorigen Abhandlung gebrauchete, und ziehe die Röhre mit dem darein gesezten Linsenglase so weit heraus, bis die Bilder auf dem ölgetränkten Papiere sehr verwirret erschinen; Sodann hat man den Fall eines kurzsichtigen oder allzuerhabenen Auges, das die Strahlen schon zusammenwirft, ehe sie das Nez erreichen können. Man halte demnach ein etwas hohles Brillenglas vor die Röhre, so wird das verwirrete Bild im Augenblicke mit vollkommener Deutlichkeit erscheinen.

Nachgehends nehme man gerade das Gegentheil vor; man stecke nämlich die Röhre weiter hinein, als es zum Vorstellen eines ordentlichen Gesichtes erforderlich wäre, so hat man den Fall eines weitsichtigen Auges, das die Strahlen nicht so sterk, als es zu ihrer Vereinigung auf der Nezhaut nöthig wäre, zu brechen vermag. Der Erfolg davon ist, daß das Bild auf dem ölgetränkten Papiere sehr verwirret erscheinet; Will man es rein und deutlich haben, so darf man nur eine Brille für alte Leute, das ist, eine etwas erhabene, davor halten. (o)

Ver-

(o) Damit der Versuch desto sicherer gelinge, muß man vorher eine Probe anstellen, wie weit man die Röhre verschieben müsse, wenn dieses oder jenes erhabene oder Hohlglas davor gehalten wird. Die Grade des Verschiebens werden sodann auf der Röhre bemerket.

# Verfinstertes Gemach.

Mit Ausnahme des künstlichen Auges, dessen ich vorizt zum zweytenmahl erwähnet habe, werden die Wirkungen des Auges auf keine Weise besser vorgestellet, als durch das, was in einem wohl verfinsterten Gemache vorgehet, wenn nämlich das Licht sonst nirgend, als durch eine im Fensterladen befindliche Oefnung eines Zolles groß, einigen Eingang findet. Schon im 16. Jahrhundert bemerkete ein Naturforscher, (p) daß die äusserlich vorhandene Dinge an der Decke und den Wänden eines Gemaches wie ein Schatten erscheinen. Weil ihm dieser unvermuthete Vorfall viel Vergnügen verursachete, so dachte er der Sache weiter nach, brachte sie auch zur Vollkommenheit, und zeigte damahls schon, man müsse, um die Vorstellung desto deutlicher zu machen, ein Loch durch das Fenster bohren, und ein Linsenglas hinein setzen, das seinen Brennpunkt entweder auf die Wand des Gemaches, oder auf ein Papier, das man näher ans Fenster hält, zu werfen vermag.

Nachgehends machte man diesen Versuch tragbar. Man gebrauchte nämlich statt eines Gemaches ein Gehäuß oder einen Kasten, dessen Gestalt, Grösse und und Einrichtung zwar auf mancherley Weise verändert, das Hauptwerk aber allemahl beybehalten wurde. Das leztere bestehet in einem Linsenglase, dessen Brennpunkt auf einen weissen in einem finstern Orte vorhandenen Grund fället. Es sey zum Beyspiele

(p) Johann Baptist Porta in seiner Magia naturali, welche im Jahre 1560 gedrukt wurde.

spiele (q) A B C D Fig. 5. ein Kasten, der etwas länger als breit ist. In eine von beeden schmahlen Seiten wird die Röhre E eingeleimet, darein man eine andere Röhre F, worein das Linsenglas eingesezet wird, verschieben kann. Der Brennpunkt des Glases reichet bis nach A C. Indem nun die Strahlen bey dem Durchfahren durch das Linsenglas F einander durchkreuzen, so wird die Sache eben so wie an der Wand des vorhin erwähnten verfinsterten Gemaches umgekehrt abgebildet. Das Bild erscheinet desto deutlicher, wenn die Kastenseite A C statt des Holzes aus einem mattgeschliffenen Spiegelglase, oder aus einer mit ölgetränktem Papiere bezogenen Rahme bestehet.

Wäre das Auge des Zuschauers in A, und das Bild soll eben die Stellung haben, als die Sache, so muß man einen Spiegel wie A G, der einen Winkel von 45. Graden machet, in den Kasten setzen, und man muß die Hälfte des Deckels H I K L aufschlagen können. Decket man hernach das erwähnte mattgeschliffene Glas oder die Rahme mit dem ölgetränketen Papiere auf die Oefnung A K L, so wirft das Glas die Strahlen nach A, und das Bild erscheinet dem Zuschauer gerade.

Gut ist es, wenn das Deckelstücke, das sich aufschlagen lässet, zwey Seitenverdecke, H m nebst seinem Gefehrten, so an der Seite I L befestiget, mit sich in die Höhe nimmet, denn da wird die Fläche, darauf das Bild fället, dunkel. Gleichwie auch die Licht-

(q) In der Figur ist die Helfte einer langen Seite offen abgebildet worden, damit man sich das, was innen vorgehet, desto leichter vorstellen könne.

Lichtstrahlen, wenn sie von einer weitentferneten Sache herkommen, nicht so verlaufend sind, als wenn von einer nähern, so muß man, um in jedwedem Falle ein deutliches Bild zu haben, die bewegliche Röhre F, nachdem es die Entfernung der Sache erfordert, verschieben.

Eine finstere Kammer, die man dergestalt vermittelst eines Kastens vorstellet, lässet sich, sie mag zerlegbar seyn, oder nicht, mit keiner solchen Bequemlichkeit, als man wohl wünschen möchte, von einem Orte zum andern bringen, man wolle sich dann mit sehr kleinen Bildern begnügen. Denn je weiter das Glas seinen Brennpunkt wirft, desto grösser muß auch der Kasten seyn. Vor ohngefehr 25. Jahren ersann ich eine Maschiene, welche sehr leicht ist, wenig Plaz einnimmet, und ein Linsenglas mit einem dreyßigzolligen oder noch grössern Brennpunkte leidet. Sie ist eine viereckigte aus hölzernen Stäben A B C D Fig. 6. bestehende Pyramyde. Oben sind die Stäbe in eine hölzerne Hülse E F, unten aber in die vier Ecken der Rahme G H I K eingestossen. Sämtliche Stücke hängen durch Gewinde aneinander, gleichfalls ist jedwede Rahmseite in der Mitte gebrochen. Verschiebet man also die vier Riegelgen, damit die Gewinde G, H, I, K, sich frey bewegen können, so legen sich die Stäbe eben also aneinander, wie die Stäbe eines Regenschirmes, und die Rahmstücke kommen neben sie.

Die Hülse E F ist durchaus hohl, damit man eine Röhre von Pappe L. einsetzen kann. Diese Röhre ist mit einem Objektivglase versehen, das seinen Brennpunkt an der Grundfläche der Pyramide

hat.

hat. Ueber den Hülsenhals L, passet ein hölzerner Ring, M N, also, daß er sich frey daran verdrehen lässet. In diesen sind zwey dünne meßingene Röhren N, n, eingesetzet, die von oben bis unten gespalten seyn müssen, damit sie gleich einer Feder drükken können. In diesen Röhren lassen sich von oben bis unten zwey kleine metallene Stiffte verschieben, die einen mit einem Spiegel gefütterten Deckel tragen. In dem Rand des Deckels sind zwey einander gerade gegenüberstehende Zapfen eingesetzet, die, wiewohl etwas gedrenge, in den Stiften umgehen. Es müssen nämlich die Stifte zu diesem Ende, oben gleich einem Zirkelkopfe breit und durchlöchert seyn, damit die Zäpfgen hinein passen. Sezzet man nun den Ring M N, auf die Hülse E F, so lässet sich der Spiegel, ohne daß man die Pyramide im allergeringsten verrücken dürfte, nicht nur gegen alle beliebige Seiten herum drehen, sondern auch in jedwede beliebige Stellung bringen, und es fället folglich leicht, die Sache, die man gerne sehen möchte, aufzusuchen. Schiebet man nachgehends den Deckel soweit, als es angehet, herab, so stellet er nebst der Hülse und dem daran passenden Ringe oben an der Pyramide eine Schachtel vor, welche das Linsenglas und den Spiegel, als die beeden Hauptstücke der ganzen Maschine, verwahret. Drey völlige Seiten der Pyramide, ingleichen das Stück A E B von der vierten, verhüllet man mit dickem grünen und inwendig mit schwarzem Taffend gefüttertem Tuche. An A B, und an das untere Stük beeder Stäbe, machet man einen Vorhang von einem schwarzen dicken Zeuche fest, und bedecket

den

den Kopf und die Schultern damit, auch muß an den übrigen drey Seiten das Tuch einige Zolle weit über die Rahme herab hängen.

Will man diese Maschine gebrauchen, so seßet man sie auf einen recht gerade stehenden Tisch, darauf ein grosser Bogen weisses Papier hingebreitet ist. Der Ort, wo der Tisch stehet, muß dunkel, auch etwas hoch seyn. Sind die Sachen, die man betrachten will, stark genug erleuchtet, so seßet man sich mit gegen sie gewendetem Rücken an den Tisch, stecket den Kopf unter den Vorhang, und giebt wohl Achtung, daß nirgendwo, als nur durch das Objectivglas, einiges Licht einfalle. Man sehe die 7. Figur. Wird die Maschine zusammengeleget, so wickelt man das Tuch nebst dem Vorhange um die Stäbe, stecket alles zusammen in einen langen schmahlen Leinwandsak, und träget das ganze Wesen ohne Weitläuftigkeit wohin man will.

Das blose Anschauen der 6. Figur lehret schon zur Genüge, daß die Lichtstrahlen von den sämtlichen Punkten der gesehenen Sache auf den Spiegel fahren, einander im Objectivglase durchkreuzen, und sodann der Person, welche auf der Seite A B in die Pyramide siehet, das Bild in gerader Stellung zeigen. Es wäre diese Gattung eines verfinsterten Gemaches dazu dienlich, daß man in einer belagerten Stadt, alles was aussen vorgehet, ohne seinen Kopf in Gefahr zu seßen, wahrnehmen könnte. Denn es gehet ja sehr wohl an, den Tisch mit der Pyramide hinter die Brustwehre zu seßen, und die Stifften, welche den Spiegel tragen, so lang zu machen, daß sie über die Brustwehre ragen.

# Wallgucker.

Diesen Nahmen giebt man jedwedem, sowohl dioptrischen als catoptrischen Werkzeuge, durch dessen Hülfe man, ohne selbst gesehen zu werden, siehet. Gemeiniglich bestehet das Hauptwerk in einem schief stehenden Spiegel, welcher dem Zuschauer das Bild einer Sache, die er in gerader Linie nicht zu erblicken vermag, zuschicket. Dergestalt kann eine Person, die gerne sitzet, mitten in ihrem Gemache, und ohne von ihrem Schreibetische aufzustehen, oder ein Kranker, wenn er auf seinem Bette sitzet, alles was in einer Gasse oder auf einem Marktplatze vorgehet, erblicken, woferne er nur einen Spiegel unter einer schiklichen Schiefe neben das Fenster hänget. Lässet man einen gegen den Gesichtskreis geneigten Spiegel zum Theil aus dem Fenster ragen, so ist ein Studierender im Stande, widerwärtige Besuche zu vermeiden, indem er diejenigen, die an der Hausthüre pochen, im Spiegel siehet.

Soll der Wallgucker tragbar seyn, so setzet man einen Spiegel unter einen Winkel von 45 Graden hinten in ein Gehäuse, das forne völlig offen stehet. An der Seite des Gehäuses ist ein Loch, ohngefehr 2 Zolle weit, darein eine Röhre von beliebiger Länge gestossen wird. Die 8. Figur zeiget, wie das Auge, wenn es, gleichwie hier, seine Stelle am Röhrenende hat, die Sache, vermittelst der vom Spiegel abspringenden Strahlen erblicke.

Vermittelst dieses Werkzeuges gehet es an, über die Mauer einer Stadt oder eines Gartens wegzusehen, ja alles, was in des Nachbars Zimmer vorgehet,

zu erblicken, nur muß es mit dem Zimmer des Zuschauers in einem Stocke, auch helle genug, und das Fenster offen seyn. Es giebt Leute welche dergleichen Sehrohre in Gestalt eines Operaguckers (lorgnette d'Opera) in der Tasche bey sich tragen, und alle neben ihnen befindliche Personen nach Lust betrachten, wenn man vermeynet, sie bekümmerten sich nur um Dinge, die gerade vor ihnen, und in einer grossen Entfernung vorgehen. Durch diese List verbergen sie ihre Neugierigkeit, die man ihnen als eine Unhöflichkeit vielleicht übel aufnehmen könnte.

## Raritätenkästgen.

Diesen Nahmen träget insgemein jedwedes Kästgen, darinnen eine genugsam erleuchtete Sache, vermittelst der Spiegel und erhabenen Gläser, weit grösser, als sie wirklich ist, und als in einer grossen Entfernung vorgestellet wird. Es giebt so vielerley Gattungen solcher Kästgen, daß es mir weder thunlich noch beliebig fället, sie allemiteinander zu beschreiben, ich werde folglich nur von etlichen etwas weniges erwähnen, und damit man ihre Wirkung desto leichter begreifen möge, lauter einzelne Sachen als vorgestellet annehmen.

Als ich die Eigenschaften eines Hohlspiegels, der ein Kugelschnitt ist, erklärete, sagte ich unter andern, wenn die Sache weiter als der Brennpunkt für gleichlaufende Strahlen vom Spiegel entfernet sey, so erscheine ihr Bild umgekehrt, auch nicht in, sondern vor dem Spiegel. Vermöge dieser Eigenschaft desselbigen, verschaffet man sich einen angenehmen Anblik, wenn man eine gemahlte Landschaft vor

einen solchen Spiegel stellet, seine Stelle in einiger Entfernung von ihm nimmet, und sodann über das Gemählde weg, hinein siehet. Soll der Versuch recht gelingen, so muß das Gemählde stark erleuchtet, der Spiegel hingegen in einem dunkeln Orte seyn. In Engelland verfertiget man Hohlspiegel aus gebogenem und belegtem Glase, ein solcher Spiegel stellet das Bild viel lebhaftiger und deutlicher vor, als ein metallener, indem er das Licht stärker zurücke wirft, auch so leicht nicht anläuft.

Will man dergleichen angenehmes Blendwerk auf vielerley Weise abwechseln, so gebrauchet man hiezu einen Fig. 9: vorgestelleten länglichten Kasten, den man, um desto mehr Licht hinein zu bringen, oben nur mit einem Flore oder weissen dünnen Taffend bedecket. An der einen schmalen Seite A B ist ein Hohlspiegel, der seinen Brennpunkt nach F wirft; an der andern werden allerley beliebige Gemählde, als z. B. Gebäude, Gärten, und dergleichen, eins nach dem andern eingeschoben; über den Gemählden ist ein Loch, durch welches der Zuschauer in den Kasten siehet.

Zieret man die beeden langen Seiten des Kastens auf dergleichen Weise, als ich izt erwähnet habe, besetzet den Boden mit allerley aufgeleimeten Figuren von Holz, Wachs, Pappe, u. s. w. und stellet an jedwede schmale Seite einen Hohlspiegel, so erblicket man durch das Loch D alle diese Dinge beynahe in unendlicher Menge, und in einer grossen Entfernung. Die Ursache habe ich oben, da ich die Wirkung der flachen Spiegel erklärete, beygebracht. Noch angenehmer wird der Anblik, wenn ein Linsen

senglas, dessen Brennpunkt beyläufig die Mitte des Kastens trifft, in die Oefnung eingesetzet wird, indem das Glas sowohl die Grösse, als die Entfernung der Sachen vermehret.

Zuweilen giebt man einem solchen Kasten die Gestalt eines viereckichten Thurmes, Fig. 10. Oben ist ein schief eingesezter Spiegel, wie E C. Die Sachen, die man sehen solle, haben zwar ihre Stelle an den langen Seiten des Thurmes, allein weil sie der Spiegel dem Auge sichtbar machet, so erblikket man sie in der wasserrechten Richtung F G. Die hinterste oder gegen F H überstehende Seite wird, um dem Lichte desto freyern Eingang zu verschaffen, mit dünnem Flore überzogen, und gegen das Licht gewendet. In die kleine Röhre F setzet man ein Linsenglas, damit der Kasten desto geräumiger, und die Bilder desto grösser erscheinen.

## Fernrohre.

Dieses sind Röhren, darinnen theils Gläser, theils Spiegel, zuweilen alles beedes auf eine solche Weise miteinander vereiniget sind, daß man eine Sache mit Deutlichkeit erblicket, ohnerachtet sie ihre allzugrosse Entfernung dem blossen Gesichte gänzlich entzog. Sie tragen insgemein den Nahmen Telescopia, darum, weil ihr erster und wichtigster Gebrauch darinnen bestund, daß man die bekannten Gestirne damit betrachtete, und noch mehrere, davon man noch nichts wuste, aufsuchte. Gebraucht man sie zu irrdischen Dingen, so nennet sie der gemeine Mann in der französischen Sprache, lunettes d'approche, das ist, Näherungsbrillen, die Ursache

ist, weil sie die Weite zwischen dem Auge und der Sache abzukürzen scheinen.

Die Erfindung der Fernrohre trug zur Aufnahme der Himmelswissenschaft ein nicht geringes bey. Denn mit diesem Zeitpunkte beginnet das Alter der allerschönsten Entdeckungen eines KEPLERS, GALILÆI, HUYGENS, DOMINICUS, CASSINI, HALLEY, ROEMERS, BRADLEY, und andere mehr. Vor dem besagten Zeitpunkte wuste man nicht das geringste davon, weder daß es im Monde Gebirge, Thäler und Seen gebe, noch daß die Sonne Flecken habe, noch daß Jupiter mit Monden versorget sey. Eben so wenig wuste man ein Wort von den Nebenmonden des Saturni und von seinem Ringe, von dem Ab- und Zunehmen der Venus, von der Grösse der übrigen Laufsterne, von dem Umschwunge um ihre Achse, von der Zeit, darinn derselbige vorgehet, noch von den Folgerungen, die man, vermöge dieser unstreitigen Ereignungen zu machen berechtiget ist.

Eben um dieser Ursache willen streiten verschiedene Völker miteinander, welchem unter ihnen die Ehre, daß es die Fernrohre erfunden habe, eigentlich gebühre? WILHELM MOLINEUX ficht nebst seinem Sohne SAMUEL für die Engelländer, und schreibet die Erfindung dem vorhin erwähnten ROGER BACO zu: dagegen beweiset Herr SMITH aus den eigenen Worten dieses Mönches, er habe zum allerhöchsten weiter nichts gethan, als die Vortheile, die man von einem Linsenglase haben könnte, vorausgesehen, keinesweges aber habe er einen solchen Versuch, den man für die Erfindung eines Fernrohres ansehen könnte, damit gemachet.

Herr

Herr HUYGENS schreibet sie einem blosen Zufalle, der aber in seinem Vaterlande sich ereignet haben solle, zu. „Einige, sagt er, machen einen Einwohner zu Alkmaer, Nahmens JACOB METIUS, „zum Erfinder, ich kann aber versichern, es sey ein „anderer zu Middelburg in Seeland wohnhaftiger „Künstler, schon im Jahre 1609, folglich vor ihm, „auf diesen Einfall gerathen. Der Mann hieß, „nach des SIRTURUS Berichte, JOHANN LIPPERS„HEIM, BORELLI hingegen nennet ihn ZACHARIAS, „u. s. w.„ (r) Das gewisseste ist, daß die ersten Fernrohre aus zwey Gläsern, einem hohlen und einem erhabenen bestunden, und daß man die auf eine solche Weise beschaffenen, noch heutiges Tages holländische Fernrohre nennet.

Indem der blose Zufall, und ein Fleiß, der schlechte Wissenschaft zur Leiterin hatte, die ersten Fernrohre hervorbrachte, so würden sie niemahls von grossen Nutzen gewesen seyn, woferne man die Sorge für ihre Vollkommenheit, bloß den Künstlern, die sie erfanden, überlassen hätte. Allein, es nahmen, sobald die Sache selbst bekannt wurde, die Gelehrten dieselbige über sich. Ihre Beschaffenheit wurde von einem GALILÆI, KEPLER und HUGYENS zufolge einer reiflichen Erwägung der dioptrischen Grundsätze eingerichtet, und der berühmte CAMPA-



(r) Herr Muschenbroek setzet diese Erfindung ins Jahr 1590, und schreibet sie zween Middelburgischen Einwohnern, Nahmens Zacharias Jansen, und Johann Lipperheim zu. Essai de Physique, S. 598.

NI (s) setzete dieselbige auf das ordentlichste und glüklichste zu Werke.

Das Galiläische Fernrohr ist übrigens mit dem Holländischen einerley, nur aber besser eingerichtet. Es bestehet aus zwey Gläsern, nämlich einem erhabenen oder sogenannten Objectivglase, welches den Nahmen deßwegen führet, weil es der Sache, die man betrachten will, entgegen gehalten wird, und einem hohlen, oder dem sogenannten Augenglase, daran der Betrachter sein Auge bringet. Auf was für eine Weise nun die Strahlen ihren Weg durch ein solches Fernrohr nehmen, und wie es zugehe, daß die Sache vergrössert vorgestellet werde, das wird, so viel es die Grösse der Figur leidet, durch die II. folgendergestalt vorgestellet.

Man muß hiebey annehmen, es bestünden, wegen weiter Entfernung der Sache A B, die Lichtströme, welche jedweder Punkt ihrer Oberfläche auf das Objectivglas wirft, z. E. A C, B C; aus lauter Strahlen, welche nicht, wie in der Figur, merklich verlaufend, sondern beynahe völlig gleichlaufend sind. Indem diese beyläufig walzenförmige Lichtströme durch das erhabene Glas fahren, verwandeln sie sich in lauter Pyramiden, und es würden ihre Spitzen das umgekehrte Bild a b bilden, woferne ihnen nicht das Augenglas D im Wege stünde; denn weil dieses hohl ist, so machet es die Strahlen einer jedweden Pyramide gleichlaufend unter sich. Indem nun dergestalt ein jedweder Lichtstrom eben also, als wenn er aus einem weitentferneten Orte herkäme,

in

(s) Ein sehr berühmter und gelehrter Künstler zu Rom.

in das Crystall des Auges E einfähret, so bricht ihm selbiges nur eben so viel, als es dazu nöthig ist, wenn er eine Spitze, die bis an den Augengrund F G reiche, bekommen solle. Auf diese Weise wird ein deutliches Bild, und zwar eben also, als wenn man die Sache mit blosen Augen sähe, nämlich umgekehrt, in den Augengrund gemahlet. Daher kommet es, daß ein solches Fernrohr eine Sache in ihrer natürlichen Stellung und unter einem grössern Winkel vorstellet, folglich ihre scheinbare Grösse vermehret.

Weil ein solches Fernrohr keiner sonderlichen Länge fähig ist, (t) so kann es wenig vergrössern, nebst deme fasset es auch wenig, das ist, es fallen dem Auge bey dem Gebrauche desselbigen, nur wenige Dinge auf einmahl ins Gesichte; denn da die Lichtströme bey ihrem Ausfahren aus dem Augenglase, verlaufend unter sich sind, so kann der Stern diejenigen, welche von den äussersten Enden einer sehr grossen Sache herkommen, ohnmöglich allemiteinander zugleich fassen.

KEPLER beschreibet in seiner Dioptrik, welche im Jahr 1611 heraus kam, ein Fernrohr, welches schon zur selbigen Zeit die Benennung des astronomischen trug, darum, weil es sich zu Himmelsbeobachtungen weit besser als das vorige schicket. Es hat zwey erhabene und in die beede Röhrenende also eingesezte Gläser, daß ihre beederseitige Brennpunkte auf einerley Ort zusammen fallen. Dergestalt erwächser



(t) Die allergrösten von dieser Art haben nicht mehr als 15 bis 18 Zolle.

set die ganze Länge der Röhre, aus der zusammengesezten Länge beeder Brennpunkte CF und DF, Fig. 12.

Weil wir annehmen, die Lichtströme A C, B C, kämen aus einer grossen Weite her, und bestünden folglich aus beynahe gleichlaufenden Strahlen, so verwandeln sie sich bey dem Durchfahren durch das Objectivglas C in lauter Lichtkegel, die mit ihren Spitzen bey F, wo das Glas seinen Brennpunkt hat, das Bild abzeichnen. Indem aber nachgehends diese Strahlen einander durchkreuzen, so werden sie verlaufend. Fallen sie nun auf ein Linsenglas, D, das seinen Brennpunkt in F, wo sie verlaufend wurden, hat, so werden sie unter sich gleichlaufend, und es bekommen zu gleicher Zeit die Lichtströme, dazu sie gehören, einen Trieb, sich in dem bey E befindlichen Auge miteinander zu vereinigen.

Es erscheinet demnach das Bild unter dem Winkel G E H, weit grösser, als es mit blosen Augen unter dem Winkel A E B scheinen würde, auch ist das Bild im Augengrunde gerade, weil das bey F erscheinende, welches vorizt diejenige Sache ist, die man unmittelbar siehet, eine umgekehrete Stellung hat; folglich muß die wirkliche Sache A B, das oberste zu unterst erscheinen.

Dieses leztere ist nun freylich eine Unbequemlichkeit, sie hat aber bey dem Betrachten der himmlischen Körper, weil sie allemiteinander rund sind, wenig zu bedeuten, und es behält dabey, woran das meiste gelegen, das Rohr alle Deutlichkeit, die es zu haben fähig ist. Dagegen fället eine verkehrte Abbildung der Dinge auf Erden sehr verdrießlich,

weil

weil man sie lieber in ihrer natürlichen Stellung sehen möchte. Diesen Vortheil erhält man, wenn dem Augenglase noch ein Paar andere hohle Gläser beygesetzet werden. Denn es erhellet aus dem blossen Anschauen der 13. Figur, wenn man die gleichlaufenden Strahlenpinsel, an statt sie schon bey E ins Auge fahren zu lassen, einander vorher durchkreuzen lasse, und hernach mit einem zweyten Augenglase K auffange, so würden sie statt ihres itzigen Gleichlaufens zum Nähern gebracht, und es werde ein neues dem vorigen bey F entstandenes widersinnisches Bild, f von ihnen hervorgebracht. An diesem Orte werden sie verlaufend, und fahren sodann durch das dritte Augenglas L, das seinen Brennpunkt in f hat. Dieses machet sie aufs neue gleichlaufend, gleichwie sie es vor ihrem Einfahren in das Glas K waren, und es nehmen die aus ihnen entstehende Lichtströme ihren Weg auf beeden Seiten, auch in eben der Ordnung, als sie bey dem Ausfahren aus dem astronomischen Fernrohre in E haben, nach dem in M befindlichen Auge. Gleichwie aber vorizt das zweite Bild a f b diejenige Sache ist, die man unmittelbar siehet, und besagtes Bild die verkehrte Stellung des ersten b F a, das ist, die wahre Stellung der wirklichen Sache hat, so wird es auch eben also gesehen, als ob man die wirkliche Sache mit blossen Augen betrachtete.

Bey allen diesen Fernrohren, sie mögen übrigens zwey oder vier erhabene Gläser haben, beruhet das Vermögen viel oder wenig zu fassen, blos auf der Grösse des Augenglases. Weil nämlich die Lichtstrahlen welche von beeden äussersten Enden der Sache

che herkommen, einander im Objektivglase durchkreuzen, und sodann verlaufend werden, so ermisset man leicht, je grösser das Augenglas sey, desto mehrere von diesen verlaufenden Strahlen könne es auffangen, dem ohnerachtet lasset man den Augengläsern die völlige Grösse, die sie haben könnten, deswegen nicht, weil das nahe am Rande durchfahrende Licht, nicht so ordentlich gebrochen wird, als in der Mitte. Um aber zu wissen, um wieviel ein Fernrohr die Sachen vergrössere, kann man sich an folgende Regel halten: die scheinbare Grösse der Sache durch ein Fernrohr, verhält sich zu ihrer scheinbaren Grösse mit blossen Augen, wie die Entfernung F C, zur Entfernung D F; das ist, wenn der Brennpunkt des Objektivglases den Brennpunkt des Augenglases an Länge 30 mahl übertrift, so wird auch der Durchmesser der Sache, die man vermittelst des Fernrohres erblicket, dreyßigmahl grösser als mit blossem Auge scheinen.

Soll ein Fernrohr, das die Strahlen bricht, stark vergrössern, so muß man ihm eine gewaltige Länge geben, dieser Umstand aber verursachet bey dem Gebrauche grosse Beschwehrlichkeit. Nebstdeme hat ein dermassen langes Rohr noch den Fehler, daß es seinen Bildern, sobald sie einen gewissen Grad der Vergrösserung erreichen, an Deutlichkeit und Schärfe fehlet. Anfänglich schob man die Schuld davon auf Ursachen, welche wenig dazu beytrugen, (u) und die Mittel, die man dagegen aussann, hätten

(u) Man sehe, was ich zu Anfange der 1. Abtheil. des 3. Abschnittes hievon beygebracht habe. Auch schlage man die 7. Prop. des 1. Theiles vom 1. Buche in Neu-

len der Sache wenig geholfen, gesezt auch, sie wären thunlich gefallen. (x)

In Erwägung dieser Umstände fiel man darauf, das Bild einer gesehenen Sache lieber mit Hülfe der Spiegel als der Gläser hervorzubringen; denn da alle und jede Lichtgattungen ihre Auffalls- und Absprungswinkel allemahl gleich machen, so schien dieses Mittel weit sicherer, als das Brechen der Strahlen zu seyn. Hiezu kam noch ein anderer Vortheil, von nicht geringer Wichtigkeit, es war nämlich offenbar, daß ein solches neues Fernrohr die Länge eines dioptrischen bey weitem nicht haben dürfe, und dem ohnorachtet die Sache eben so sehr als jenes vergrössern könne. Das erste Fernrohr mit abspringenden Strahlen, brachte JACOB GREGORY aus Aberdeen, im Jahre 1663. zuwege. NEUTON verfertigte ebenfalls eines, aber anders ein-

Neutons Optik nach, da er beweiset, es sey der Irrthum, welcher bloß aus der kuglichten Gestalt der Fernrohrgläser entstehet, um etliche hundertmahl geringer, als der Irrthum, welcher seinen Ursprung aus einer andern von ihm gemeldeten Ursache, welcher nicht abzuhelfen ist, herleitet.

(x) Wäre das Objektivglas eines Fernrohres kein Kugelschnitt, sondern es hätte eine hyperbolische oder elliptische Gestalt, gleichwie man für dienlich ansah, wenn es dieselbige hätte, so würde es nothwendiger Weise eine grosse Dicke bekommen, folglich dem Auge zuviel Licht entziehen. Nebstdeme würde es keine andere als mit seiner Achse gleichlaufende Strahlen, gehörig vereinigen. Alle Strahlen, die von den Seiten der gesehenen Sache herkommen, würden bey dieser Anstalt nicht so gut als vermittelst eines Linsenglases, das eine Kugelkrümme hat, miteinander vereiniget werden.

eingerichteres, dessen Beschreibung in den Transact. philos. n. 80, und in seiner Optic zu Ende des ersten Theiles vom 1. Buche zu finden ist.

Ohnerachtet das neutonische Fernrohr später als des gregorische, bekannt gemachet wurde, so kam gleichwohl das leztere, entweder weil man mit dem Verfertigen zauderte, oder weil man es für schlechter hielt, später als jenes in Gebrauch, und war erst ums Jahr 1726 nachdem es Herr HALLEY zu grösserer Vollkommenheit gebracht hatte, bey den londonschen Künstlern zu haben.

Das neutonische bestehet aus einer weiten Röhre D D D D, am hintersten Ende derselbigen stehet ein metallener Hohlspiegel G H, der seinen Brennpunkt an dem fördern und offenstehenden Röhrenende hat. Zwischen diesem Hohlspiegel und seinem Brennpunkte, hat ein anderer flacher, aber weit kleinerer metallener Spiegel, von eyrunder Gestalt, seine Stelle. Er machet mit der Röhrenachse einen Winkel von 45 Graden, und wird von einem Arme gehalten, mit welchem er sich nach der Länge der Röhre, hin und her verschieben lässet. Gerade gegen diesen kleinem Spiegel über, hat die Röhre eine runde Oefnung, daran eine andere kleine, mit einem oder mehr Linsengläsern versehene Röhre angestossen ist. Das Auge hat seine Stelle bey O, an einem Löchelgen, dessen Weite aufs höchste eine Linie im Durchschnitte beträget. In diesem Fernrohre nun nimmet das Licht folgenden Weg.

Man stelle sich vor, A G, B H, wären zwey gleichlaufende, oder doch sehr wenig verlaufende Strahlenbüsche, welche von beeden äussersten Enden

einer

einer sehr weit entferneten Sache herkommen, und einander vor dem Einfahren ins Rohr also durchkreutzet haben, daß A G von dem obersten, B H von dem untersten Ende der gemeldeten Sache herkomme. Sobald diese Lichtbüsche die Orte G und H am Hohlspiegel berühren, bekommen die zu ihnen gehörige und bisher gleichlaufend, oder doch beynahe, gewesene Strahlen, einen Näherungstrieb gegen den Brennpunkt F, gleichwie dieses in der Catoptric gezeiget worden. Hätten sie also freyen Lauf, so würde in besagtem Brennpunkte ein verkehrtes Bild der Sache entstehen; allein es fänget der kleine Spiegel I K diese Lichtkegel auf, und wirft sie gegen die Seitenöfnung der Röhre L L; da nun der kleine Spiegel flach ist, so wird das Bild ohne die geringste Veränderung nach c d versetzet.

An dem Orte, wo dieses Bild entstehet, beginnen die zu jedweden Busche gehörige Strahlen verlaufend unter sich zu werden. Indem sie hierauf durch die Linse L L, die ihren Brennpunkt in der Entfernung c d hat, fahren, werden sie von neuem gleichlaufend, die aus ihnen entstandene walzenförmige Lichtströme nehmen ihren Weg mit einem Näherungstriebe nach dem Auge, und zeigen ihm das Bild der Sache unter dem Winkel L O L, folglich unter einem weit grössern, als ohne das Fernrohr, nur aber verkehrt. Will man es gerade haben, so darf man nur, gleichwie bey einem Fernrohre für gebrochene Strahlen geschiehet, anstatt einer Linse, drey in die kleine Röhre setzen.

Damit man Linsen von mancherley Brennpunkten in der kleinen Röhre L L anbringen kann, so verschiebet sich dieselbige mit dem kleinen Spiegel zugleich, nach der Länge des Fernrohres hin und her. Dergestalt wird das Bild c d näher an die Linse L L, oder weiter weggebracht. Ferner, weil man von der Seite in die Röhre sehen muß, so wird bey diesem Fernrohre, damit man es desto geschwinder nach der verlangten Sache richten könne, gemeiniglich noch ein anderes kleines aus zwey Linsengläsern zusammengesetztes, dessen Achse mit der Achse des grossen gleichläuft, angebracht. Alles zusammen stehet auf einem Fusse, der sich nach Belieben höher oder niedriger richten lässet. Uebrigens ruhet das Fernrohr selbst, vermittelst zweener an seiner halben Länge angestossenen Zapfen, auf einem Gestelle, und kann an selbigen verwendet, und nach einem solchen Winkel als beliebig gerichtet werden. Man sehe die 15. Figur.

So wie das gregorianische Fernrohr heut zu Tage beschaffen ist, bestehet es ebenfalls aus einer weiten Röhre D D D D, davon das eine Ende mit einem metallenen und in der Mitte durchbohreten Hohlspiegel G H ausgefüllet wird. Ohnweit dem andern Ende stehet noch ein anderer Spiegel, I K, der zwar tiefer als der erste ausgehöhlet ist, an Grösse aber demselbigem bey weitem nicht gleichet, sondern in diesem Stücke nur die in der Mitte befindliche Oefnung etwas übertrifft. Er wird von einem auf der Röhre ruhenden Arme gehalten, und lässet sich nebst solchen in einer ausdrüklich hiezu verfertigten Falze hin und her verschieben. An die

Oef-

Oefnung des grossen Spiegels passet eine kleine Röhre, darein erstlich ein flacherhabenes L L, und sodann entweder ein Linsen- oder ein hohlerhabenes Glas M m, eingesetzet wird. Die Oefnung bey O, daran man das Auge bringet, ist rund und sehr klein.

Will man sich einen Begriff davon machen, wie dieses Fernrohr die Abbildungen hervorbringe, so muß man abermahls, wie vorhin bey dem Neutonischen annehmen, es seyen A G, B H, Lichtströme, die von den äussersten Enden einer sehr weit entferneten Sache herkommen, und sich vor dem Einfahren in das Rohr durchkreuzet haben. Die beynahe völlig miteinander gleichlaufenden Strahlen, daraus besagte Lichtströme bestehen, werden nach dem Abspringen vom Hohlspiegel G H, nähernd, und machen bey a b, als dem Brennpunkte für gleichlaufende Strahlen, ein deutliches und umgekehrtes Bild; Nachgehends werden sie verlaufend, und fahren in diesem Zustande auf den kleinen Spiegel I K. Indem aber der Brennpunkt desselbigen weiter als a b, wo die Strahlen zu verlaufen beginnen, von ihm entfernet ist, so machet er sie durch sein Zurükwerfen etwas weniges nähernd, und sie würden, wenn ihnen in der kleinen Röhre keine Hinderniß im Wege stünde, das Bild in einer viel grössern Weite, als L l, zuwege bringen; Damit man nun die Röhre nicht so lang machen dürfe, so werden sie hier von einem flacherhabenen Glase, das ihren Näherungstrieb vermehret, aufgefangen, und bey c d, wo das Bild hervorgebracht wird, miteinander vereiniget. Weil sie nun hiemit verläufig worden sind,

so führet man sie durch ein anderes Glas, das seinen Brennpunkt bey c d hat, und sie gleichlaufend machet. Dergestalt nehmen die aus ihnen bestehende Lichtströme ihren Weg auf beeden Seiten nach O, wo das Auge seine Stelle hat, und zeigen ihm das Bild unter dem Winkel n O p.

Die Röhre ruhet auf einer Nuß mit ihrem Fusse, folglich lässet sie sich auf alle ersinnliche Weise verwenden. Damit man den kleinen Spiegel näher an den grossen, oder weiter wegrücken könne, ist ein metallenes Stäbgen vorhanden, das sich in einigen an der Länge der Röhre angebrachten Hülsen verdrehen lässet, forne einige Schraubengänge hat, und damit unten in den Arm, der den kleinen Spiegel träget, eingreift. Hinten hat das Stäbgen einen Knopf, damit man es desto bequemer fassen, und so lange bis ein deutliches Bild erscheinet, rechts oder links umdrehen könne. Es ist aber dieses Verschieben des kleinen Spiegels eine allerdings nothwendige Sache. Ist nämlich die Sache zu weit entfernet, so weichet das Bild von den Augengläsern, ist sie zu nahe, so geschiehet das Gegentheil. Da nun die Augengläser unbeweglich sind, so hat man, um das Bild beständig in gleicher Entfernung von ihnen zu erhalten, kein anderes Mittel, als den kleinen Spiegel zu verschieben. Aus eben dieser Ursache, muß man bey einem dioptrischen Fernrohre das Röhrenstücke mit dem Augenglase um soviel weiter ausziehen, je näher uns die Sache ist.

Das iztbeschriebene gregorische Fernrohr zeiget uns die Sache deswegen gerade, weil das lezte und dem Auge mitgetheilte Bild c d, eben dieselbige

Stel-

Stellung, als A B hat. Zwar ist es nicht so helle, als das neutonische, denn es hat zwey Gläser, das Licht aber wird um so vielmehr geschwächet, je dikkere Körper es durchfahren muß: Dagegen vergrösert es, die beederseitige Gleichheit vorausgesezt, desto mehr, es findet auch, weil man eben so als bey einem dioptrischen Fernrohre, das Auge vorne ansezzet, mehr Liebhaber, als jenes. Die 17. Figur stellet eines vor, das 15 Zolle in die Länge hat, und vorizt zu Betrachtung der Dinge auf Erden am stärksten im Schwange gehet.

# Einfache und zusammengesezte Vergrösserer.

Einen Vergrösserer nennet man jedwedes Werkzeug, damit man Dinge, die unserm blosen Auge unmerklich sind, erblicket. Sie dienen uns bey nahen, gleichwie die Fernröhre bey entferneten Dingen. So nüzlich als die leztern zur Aufnahme der Himmelswissenschaft waren, eben so viel tragen jene zur Erweiterung der Naturlehre und Geschichte bey; ohne sie wären wir mancher Entdeckung und nüzlicher Erkenntniß, dadurch ein BORELLI, HOOK, MALPIGHI, LEWENHOEK, REAUMUR und andere grosse Männer sich berühmt machten, beraubet, denn bloß diese neuerfundene Werkzeuge zogen ihnen den Vorhang vor den Geheimnissen der Natur weg.

Ein Vergrösserer ist entweder einfach oder zusammengesezet. Der einfache bestehet aus einem kleinen durchsichtigen Körper, von kugelichter oder linsenförmiger Gestalt, und es ist dieser Körper ge-

wöhnlicher Weise von Glas. Die übrigen Vergrösserer bestehen aus verschiedenen in solcher Ordnung miteinander verbundenen Gläsern, daß sie das Bild der Sache nicht nur vergrössern, sondern auch dem Auge des Zuschauers auf eine bequeme Weise darstellen.

Will man alles, was die scheinbare Grösse der gesehenen Sache vermehret, unter die Vergrösserer rechnen, so gehöret die Erfindung der einfachen in die Zeit, da man die Wirkung der Linsengläser kennen lernete, das ist, wir müssen über 400 Jahre darnach zurücke gehen. Unterdessen da die Benennung eines Vergrösserers nicht sowohl auf der Gestalt und der daraus entspringenden Eigenschaft eines Glases, als vielmehr auf seinem Gebrauche beruhet, so zweifle ich, ob man dieses Werkzeug als ein solches, vor Anfange des vorigen Jahrhundertes gekennet habe; denn, soviel ich weiß, ist keine einzige damit gemachte Beobachtung älter, als die nurerwähnte Zeit. (y) So viel die zusammengesezten betrifft, so beruft sich Herr HUYGENS auf Augenzeugen, daß sein Landsmann DREBBEL dergleichen im Jahre 1621 zu London verfertiget habe. FONTANA behauptet in einem 1646 zum Vorschein gekommenen Werke, er habe schon im Jahre 1618. welche zu Stande gebracht; daß aber schon vorher jemand ein gleiches gethan hätte, davon findet sich nirgend einige Nachricht.

Die

(y) Franz Stelluti gab 1625 eine Beschreibung des Bienenkörpers heraus, und hatte er seine Beobachtungen mit Hülfe eines Augenglases angestellet.

Die Erfahrung lehret, je kleiner und runder eine durchsichtige Linse sey, desto mehr vergrössere sie. Eben deßwegen giebt ein Glassplittergen, das man am Lichte zu einem Kügelgen schmelzet, oder ein Wassertröpfgen, das in einem durch dünnes Bley gestochenem Löchelgen hänget, einen ganz guten Vergrösserer ab. Die Ursache wird begreiflich, woferne man auf das, was bey dem Betrachten eines kleinen Körpers durch eine ziemlich grosse Linse vorgehet, Acht haben will; man wird mit Verwunderung wahrnehmen, es gebühre weder dem Kügelgen noch dem Tröpfgen der Nahme eines Vergrösserers, in soferne sie das Bild der Sache erweitern, sondern nur, in soferne sie es deutlicher vorstellen; denn es erscheine die vorige Sache, wenn sie durch das vorige nun aber leere Löchelgen, und in der vorigen Entfernung betrachtet wird, eben so groß, als vorhin durch das Kügelgen oder den Wassertropfen.

Gesezt, man halte das Auge ganz nahe an C, Fig. 18. das ist, an ein sehr kleines durch das Blech D D gestochenes Löchelgen, und betrachte durch selbiges etwas nahe dabey liegendes, so wird man es deutlich sehen. Weil nämlich das Loch sehr enge ist, so kann von jedwedem sichtbaren Punkte der Sache nicht mehr, als so zu sagen, nur ein einzelner Strahl durchfahren, nicht aber wie sonst gewöhnlich, ein ganzer Kegel verlaufender Strahlen, für welche, wenn sie sich sonst nirgend, als am Netze, miteinander vereinigen sollen, ein gewisser abgemessener Grad des Brechens erforderlich wäre; die Empfindung eines einzigen Strahles ist allemahl deutlich. Auch muß die scheinbare Grösse der Sache um ein vieles zunehmen; denn man erblicket sie unter dem Winkel A C B, dieser aber ist weit grösser, als der

Winkel E C F, unter welchem sie, wie wir annehmen, wenn das durchlöcherte Blech nicht dazwischen wäre, von eben demselbigen Auge deutlich gesehen werden könnte. Gesezt also, es sey die Entfernung der betrachteten Sache von dem Auge, wenn es durch das Loch siehet, hundertmahl kleiner, als die Entfernung, darinnen sie dem Auge, wenn es ganz frey ist, deutlich erscheinet, so kann man sagen, es erscheine die Sache sodann hundertmahl grösser, als gewöhnlicher Weise.

Allein was gehet denn hernach vor? wenn wir annehmen, das Auge habe statt des blosen Loches ein Linsenglas d d, dessen Brennpunkt a b der Entfernung A B gleich ist, vor sich. In diesem Falle fahren die einfachen Strahlen a c, b c, durch das Glas ins Auge, und der Sehewinkel ist wie vorhin a c b, das ist, die Sache wird eben so groß, als vorhin, durch das Löchelgen erscheinen. Der einzige Unterscheid hat hiebey statt, daß ihr Bild zwar keine grössere Deutlichkeit, wohl aber mehr Hellung haben wird. Denn es bilden sie vorizt nicht nur die einzelnen Strahlen a c, b c, u. s. w. sondern auch viele von den Punkten a, b, u. s. w. verlaufende Nebenstrahlen, welche von dem Linsenglase noch aufgefangen, durch Brechen mit a c, b c, gleichlaufend gemachet, und also dem Auge zugeschicket werden.

Eben um dieser leztern Ursache willen leistet ein einfacher Vergrösserer bessere Dienste, als ein bloses Löchelchen; Eigentlich aber rühret ihr Vergrösserungsvermögen daher, weil man durch ihre Hülfe in einer sehr kleinen Entfernung vom Auge deutlich sehen kann. Will man also wissen, um wie vielmahl eine Linse vergrössere, so darf man nur die Länge ihres Brennpunk-

ses mit der Entfernung, darinn man die Sache mit blosem Auge deutlich sehen würde, vergleichen; Gesezt, es verhielten sich beede Längen gegeneinander wie $\frac{1}{12}$ Linie zu 8 Zollen, so könnte man sagen, es vergrösserе die Linse 192 mahl, darum, weil eine halbe Linie $\frac{1}{192}$ Theil von 8 Zollen ist.

Indem also der einfache Vergrösserer seinen Nahmen sonst nicht verdienen kann, als wenn er ungemein nah an die Sache, gleichwie das Auge an ihn, gebracht wird, so fället es nicht nur beschwerlich, sondern auch in manchem Falle unmöglich, ihn zu gebrauchen; denn erstlich lässet er sich nicht einmahl an jedwede Sache bringen, und wenn es angehet, so fället es doch schwer, sie dermassen, als zur Deutlichkeit nöthig wäre, zu erleuchten. Diese Unbequemlichkeit gab Anlaß, auf zusammengesezte Vergrösserer zu sinnen. Ihr hauptsächlichster Vorzug bestehet darinnen, daß ihre Linsengläser einen ziemlich weiten Brennpunkt haben, dennoch aber beynahe eben dieselbige Wirkung, als einfache Vergrösserer, erzeigen, folglich von weit leichtern und allgemeinerm Gebrauche sind, zu geschweigen, daß sie dem Auge weit mehr sichtbare Punkte auf einmahl entdecken. Aus was für Gläsern ein Vergrösserer zusammengesezet werden müsse, wenn er die mögliche gröste Vollkommenheit erhalten solle; Was für eine Grösse sie haben, und wie weit sie voneinander stehen müssen, das verlange ich gegenwärtig nicht zu untersuchen, sondern verspare es in das zum öftern schon erwähnete Werk. Vorizt zeige ich nur mit Beyhülfe der Figur, was für einen Weg die Strahlen in einem dreygläserigen Vergrösserer, als welcher heut zu Tage am stärkesten im Schwange gehet, nehmen.

Es sey die Sache A B etwas weiter von der Linse, als der Brennpunkt c, entfernet, auch genugsam erleuchtet. Von allen sichtbaren Punkten der Sache fallen verlaufende Strahlen, z. B. A d, A e, oder B d, B e, Fig. 19. auf die fördere Oberfläche der Linse, fahren durch, und leiden dabey das gewöhnliche Brechen. Dergestalt haben sie bey dem Ausfahren einen, wiewohl nicht starken Näherungstrieb, wie e f, d g, und es würden diese vereinigte Strahlenbüsche, woferne ihnen nichts im Wege stünde, bey E, ein umgekehrtes Bild verursachen.

Allein, das Linsenglas D, fänget sie auf, benimmet ihnen ihren Verlaufungstrieb, und machet sie nähernd unter sich; gleichfalls erhalten die Strahlen, daraus die Lichtbüsche bestehen, einen grössern Näherungstrieb als sie zuvor hatten, sie durchkreuzen sich, und verursachen in einer kleinen Entfernung vom Glase, das umgekehrte Bild a b.

Indem nun dieses Bild in dem Brennpunkte eines dritten Linsenglases F schwebet, so werden die verlaufenden Strahlen, welche von den Punkten a, b, u. s. w. ausfahren, bey dem Durchfahren durch die Linse gleichlaufend unter sich, und bilden Lichtströme, die sich in O, wo das Auge seine Stelle hat, miteinander vereinigen, und das Bild a b unter dem Winkel k O h zeigen, welcher denn ohne Vergleich grösser ist, als der Winkel A O B, darunter man die Sache mit blossem Auge erblicken würde.

Das Hauptsächlichste, darauf man bey einem solchen Vergrösserer sehen muß, bestehet darinnen, daß man allerley beliebige Sachen daran bringen, sie genugsam erleuchten, und ohne Beschwerlichkeit handhaben

haben könne. Es wäre sowohl unnöthig, als überflüßig, alle und jede Bemühungen, die man sich zum Erreichen dieser dreyfachen Absicht gab, an diesem Orte zu beschreiben. Jedweder richtete seinen Vergrösserer also ein, wie es seine Einsicht und sein vorgesezter Endzwek litte. Meistentheils gedenken die Künstler, nur um desto mehr Geld zu schneiden, auf so viele überflüßige Dinge und zum Theile unschikliche Zierrathen, daß es eine eigene, aber den wenigsten Liebhabern anständige Mühe erfordert, bis man sie gebrauchen lernet. Ich meines Ortes suche das Hauptwerk in folgenden.

Damit man alle beliebige Sachen betrachten könne, muß der Vergrösserer sowohl für durchsichtige, als für undurchsichtige Dinge brauchbar seyn. Für jene ist es gut, wenn man ihn entweder in einer beynahe wasserrechten Stellung halten kann, damit das Tagelicht eben also wie in ein Fernrohr hineinfalle, oder welches noch besser, wenn in einiger Entfernung von der Objektivlinse ein Spiegel, der jedweden beliebigen Winkel annimmet, angebracht wird, damit er das Tagelicht, oder auch das Licht von einer brennenden Kerze, auffangen, und auf die Sache, die man betrachten will, werfen könne. Auf dunkele Körper lässet man das Licht entweder von einem Spiegel, oder von einer geschiklich angebrachten Linse werfen, und sie dergestalt erleuchten.

Die gröste Schwierigkeit bey dem Gebrauche eines Vergrösserers bestehet darinnen, wie man der Sache die gehörige Entfernung von der Objektivlinse geben solle? denn es muß dieses, absonderlich wenn das Glas einen sehr kurzen Brennpunkt hat,

durch eine genau abgemessene Bewegung geschehen können. Eben in diesem Stücke pflegen es die Künstler am allerschlechtesten zu treffen, oder wenn es ja geschiehet, so wird der Vortheil durch andere Fehler gewaltig vermindert. Das Beste, was man bisher zu Stande gebracht hat, sind scharfe Schraubengänge, damit sich der Vergrösserer an der ganzen Länge seines Trägers mit Gleichheit herabrücken lässet.

Hat ein Vergrösserer nur eine einzige Objektivlinse, so ist er nur bey Sachen von einer gewissen Grösse brauchbar, man muß also mehrere Linsen, und zwar von allerley Vermögen im Vorrath haben, und so wie es der gegenwärtige Fall erfordert, bald diese bald jene unten an die Röhre schrauben. Gleichwohl wäre auch eine sehr grosse Anzahl, meines Erachtens etwas unnöthiges, denn es mag jemand so genau und so oft beobachten als er immer will, so sind doch drey bis viererley Linsen genugsam hinlänglich. Träget jemand Belieben, die äusserliche Gestalt des Vergrösserers, den ich am meisten zu gebrauchen pflege, zu wissen, so findet er sie in der 6. Figur der 1. Stunde im 1. Theile, und in der 20. Figur der gegenwärtigen, vorgestellet.

## Zauberlaterne, und Sonnenvergrösserer.

Die Zauberlaterne gehöret unter diejenigen Werkzeuge, welche gewissen Personen, nur deswegen, weil sie allzubekannt sind, abgeschmakt vorkommen. Allein was schadet ihr denn das? daß man sie auf der Gasse ausruft, und den Kindern oder dem gemeinen Manne eine Ergezlichkeit damit machet; Ist

es nicht vielmehr ein offenbarer Beweis, sie erzeige eine sehenswürdige und unerwartete Wirkung? und wäre es nicht etwas einfältiges, wenn wir verständigen Personen die Ursache dieser Wirkung nur deswegen nicht erkläreten, weil sie der gröste Theil der Zuschauer, gemeiniglich weder einsiehet, noch einzusehen in Stande ist. Da eine Seifenblase würdig genug war, den grossen NEUTON auf eine sehr ernsthaftige Weise zu beschäftigen, so kann uns dieser Vorgang die heilsame Lehre ertheilen, es müsse ein Weltweiser nicht das allergeringste, daraus er etwas lernen könne, für etwas kindisches ansehen.

Den Dank für die Zauberlaterne sind wir dem Pater Kircher, einem teutschen Jesuiten schuldig, einem Manne, der nebst einer weitläuftigen Gelehrsamkeit auch eine ungemeine Scharfsinnigkeit und seltene Erfindungskraft besaß. Die Eigenschaft der Laterne besteht darinnen, daß sie kleine Bilder, wenn dieselbigen auf dünnes Glas und mit durchsichtigen Farben gemahlet sind, an der weissen Wand eines verfinsterten Gemaches, oder an einem hingehängeten weissen Tuche ungemein groß vorstellet.

Zu diesem Ende muß der Schieber, darein das bemahlete Glas eingesetzet wird, von hinten stark erleuchtet werden. Dagegen werden vor ihm zwey Linsengläser in einiger Entfernung voneinander angebracht, damit sie zwar alle von jedwedem sichtbaren Punkte des Gemähldes ausfahrende verlaufende Strahlen an die Wand zusammenwerfen, gleichwohl aber die Lichtströme, welche aus besagten Strahlen zusammengesetzet sind, verlaufend lassen. Eine Figur wird dieses deutlich machen.

Es

Es sey A B, Fig. 21. ein metallener oder gläserner Hohlspiegel, C die Flamme einer recht dicken Kerze, oder Lampe, welche dem Hohlspiegel etwas näher seyn muß, als der Brennpunkt für die gleichlaufende Strahlen. D a ist ein Glas, das auf beeden Seiten erhaben, auch breiter, als der unmittelbar darauf folgende Schieber. E e, seyn muß. In einiger Entfernung davon, folget ein anderes Linsenglas G g, und noch etwas weiter, das dritte aber etwas flachere, auch kleinere H h.

Die beeden leztern Gläser sind in eine weite Röhre eingesetzet, und lassen sich so nahe zusammen oder soweit voneinander bringen, als es die Deutlichkeit, des Bildes an der Wand erfordert. Die Röhre selbst, wird an einen viereckigten Kasten angestossen, welcher den Hohlspiegel nebst der Lampe und dem ersten Linsenglase in sich schliesset, also daß sonst nirgend das geringste Licht, als durch das bemahlte Glas, ins Gemach dringen kann. Ist nun alles dergestalt eingerichtet, und das gemahlete Bild verkehrt eingestecket, wie E e, so erscheinet es an der Wand sehr groß und gerade wie K L.

Eben dieses erfolget auch, und zwar weit schöner, wenn man vermittelst eines aussen vor dem Fenster angebrachten Spiegels einen starken Sonnenstrahl auf das gemahlte Bild führet. Damit aber das Sonnenlicht sich mit desto grösserer Gleichheit auf das Gemählde ausbreiten möge, muß man das erhabene Glas D weglassen, und seine Stelle mit einem ölgetränkten Papierblätgen ersetzen. Uebrigens hat man hier, wie leicht zu erachten, weder einen Hohlspiegel, noch eine Lampe nöthig.

Weil das Bild Ee durchsichtig, und von hinten stark erleuchtet ist, so schicket es von allen sichtbaren Punkten seiner Oberfläche Lichtströme verlaufender Strahlen wie EM, em, ins Gemach. Nurbesagte Ströme haben unter sich einen Näherungstrieb gegen das Linsenglas Gg; Es erzeiget aber dieses Glas eine gedoppelte Wirkung: Erstlich vermehret es den Näherungstrieb der besagten Lichtströme, also, daß sie sich bald darauf durchkreuzen, zweytens vermindert es den Verlaufungstrieb der Strahlen, daraus dieselbigen bestehen, in soferne, daß sie gleichlaufend werden. Indem nun hernach alles dieses Licht noch durch die Linse Hh fähret, so bleiben zwar die Ströme unter sich verlaufend, allein die zu ihnen gehörige Strahlen vereinigen sich an der Wand, und machen daselbst die Spitzen K L, u. s. w. und gleichwie sich die Lichtströme zwischen beeden Linsengläsern Gg, Hh, durchkreuzet hatten, also stellen sie das Bild umgekehret vor. Um diesem Bilde eine desto grössere Deutlichkeit zu verschaffen, wird zwischen beede Gläser G und H, an dem Orte, wo das Durchkreuzen der Strahlen geschiehet, eine Blendung von Holz oder Pappe eingesetzet, die aber im Lichten nicht weiter seyn darf, als so viel zum Durchfallen des nöthigen und von der Linse G ordentlich gebrochenen Lichts nöthig ist. Man sehe die 22 Figur, welche die ganze Laterne nebst ihrer Wirkung in einem finstern Gemache vorstellet.

Die Schieber, darein man die gemahleten Gläser einsetzet, sind nicht sonderlich breit, aber 8 bis 10 Zolle lang, und werden bey dem Glase Dd, an dem Orte, wo die Röhre mit beeden Linsen Gg, Hh, ein-

gestossen ist, in eine ausdrüklich hierzu verfertigte Falze eingeschoben. Uebrigens wird weiter keine Kunst dabey angebracht. Als ich aber 1736 nach Holland reisete, verschafte mir Herr **Muschenbroek** andere, die in der That sehr wohl ausgedacht waren, indem die Figuren sich also bewegen, als ob sie lebeten. Also siehet man, zum Beyspiele, eine Windmühle mit umlaufenden Flügeln, ein Frauenzimmer, das sich im Vorbeygehen neiget, einen Bauer, der Käse frisset, und die Kinnbacken beweget, einen Reiter, der den Hut abziehet, und wieder aufsetzet, u. s. w. Wer Belieben träget, der findet in des **Muschenbroeks** Essais de Physique, (z) die Weise, wie man alles dieses zuwege bringen solle, beschrieben. Vorjezt melde ich nur überhaupt so viel, es geschehe vermittelst zweyer Gläser. Eines davon ist in ein durchbohretes Bretgen eingefasset, und ein Theil des Bildes darauf gemahlet, auf dem andern über jenem befindlichen Glase, ist der bewegliche Theil vom Gemählde, und wird durch eine Schnur oder ein Stäbgen, das man durch die Dicke des Bretgens gehen lässet, in Bewegung gebracht.

Im Jahre 1743 bekamen wir in Frankreich eine neue optische Maschine, unter der Benennung des **Sonnenvergrösserers** aus Londen geschicket. Herr **Lieberkühn**, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, hatte sie kurz vorher erfunden. Eigentlich ist es eine Zauberlaterne, die aber von der Sonne erleuchtet wird, und darein man statt des Gemähldes, ein weisses Glas einschiebet.

Auf

(z) S. 623. der Ausgabe in 4.

Auf das Glas bringet man vermittelst eines Wassertröpfgens irgend ein Ungeziefer, einige Stäubgen, oder andere durchsichtige Körpergen. Noch befindet sich zwischen dieser Maschine und der Zauberlaterne folgender Unterscheid, der aber nicht wesentlich ist, daß sie statt der beeden Linsengläser G, H, nur ein einziges mit einem sehr kurzen Brennpunkte hat.

Man setze demnach, das Zimmer sey wohl vermachet und verfinstert, es habe auf der Mittagsseite ein Fenster, und der Fensterladen eine Oefnung, durch welche der aussen befindliche Spiegel AB, Fig. 23, einen starken Sonnenstrahl einwerfen könne. Es sey ferner eine Röhre mit einem Linsenglase, C, das seinen Brennpunkt auf 8 bis 9 Zolle weit wirft, in das Fensterloch eingestossen. In diesem Strome lebendigen Lichtes, bekommet das kleine Glas D mit der darauf geklebeten Sache, seine Stelle, und die Linse E wird auf eine solche Nähe daran gerücket, daß D noch ausserhalb ihres Brennpunktes sich befindet. Dergestalt erscheinet die Sache an der Wand, oder an einem auf 12 Schritte weit davon aufgehängtem weissen Tuche, erstaunlich vergrössert, und es erscheinet, welches das Sonderbareste, das Bild allemahl deutlich, es mag seine Entfernung von der Linse grösser oder kleiner seyn.

Damit man die Ursache hievon gründlich einsehen könne, muß ich melden, es sey die Linse E auf der Seite, welche sie gegen die Sache wendet, mit dünnem Bley überzogen, und nur ein kleines Löchelgen, als etwa eine Steckenadel machen könnte, durchgestochen; dergestalt werden alle von den sichtbaren

Punkten der Sache ausfahrende Lichtströme, bey ihrem Durchkreuzen in dem Löchelgen gleichsam in eben so viele einzelne, aber sehr helle Strahlen verwandelt, und diese beede Eigenschaften machen sie geschikt, das Bild in dieser oder jener Entfernung deutlich vorzustellen. Uebrigens verursachet ihr Durchkreuzen in der Linse, daß sie das, was auf dem gläsernen Schieber unten ist, oben auf die Wand mahlen.

Der Sonnenvergrösserer erwecket nicht nur grössere Verwunderung, sondern er schaft auch mehr Nutzen, als die Zauberlaterne. Ein Floh erscheinet so gros, als ein Schöps; der Staub auf den Schmetterlingsflügeln, gleichet Nelkenblättern; Ein Haar hat die Dicke eines Besenstieles, und das allerkleineste Ungeziefer, das man mit einer Nadelspitze aus faulem Wasser nehmen kann, setzet den Zuschauer durch seine Gestalt und Mannichfaltigkeit in Erstaunen. Doch das Schöneste ist der Kreislauf des Geblütes, wenn er vermittelst dieses Vergrösserers in dem Gekröse eines kleinen Frosches, oder in dem Schwanze eines Gründlings (Tetard) betrachtet wird. Man sollte glauben, man habe eine Landcharte vor Augen, darinnen alle Flüsse einen wirklichen Lauf hätten.

Unterdessen da die Sache sich an dem Brennpunkte eines Linsenglases befindet, so kann die Hitze an diesem Orte für gewisse Dinge zu heftig seyn, und die Feuchtigkeit zu geschwinde austroknen, oder ein schwaches Thiergen wohl gar ums Leben bringen. Befürchtet man nun dergleichen Zufälle, so muß man entweder einen Theil vom Linsenglase verdecken, oder

man

man muß die Sache entweder gegen diese oder gegen jene Seite, etwas weiter vom Brennpunkte wegrücken.

Gleich bey den ersten Versuchen, die ich mit dem Sonnenvergrösserer anstellete, bemerkete ich, er sey zur Aufnahme der Naturgeschichte vortreflich geschikt, denn er verschaffe ihrem Liebhaber die Bequemlichkeit, alle Theile eines Thieres oder einer Pflanze, denen man, es sey nun durch Einweichen in Wasser, oder auf andere Weise, eine hinlängliche Durchsichtigkeit beybringen kann, stark vergrößert zu sehen, und abzuzeichnen. Das Einzige, was ich bey diesem Werkzeuge, so wie ich es aus Engelland bekam, zu erinnern fand, war dieses, daß es nicht für alle Sachen bequem zu gebrauchen fiel, dabey aber so viel kostete, daß der Preiß manchem, der viel Gutes damit stiften könnte, zur Beschwerlichkeit gereichen dürfte. Ich suchte folglich seine Zusammensetzung zwar etwas mehr ins Kurze zu ziehen, gleichwohl aber auch also einzurichten, daß man alles, was beliebig fället, damit untersuchen könne. Das in der 24. Figur abgebildete hat nicht nur diesen leztgemeldeten Vortheil, sondern es wird auch von dem Künstler, der es verfertiget und feil hat, nicht höher als für 48 Livres, Französischer Währung, verkauft.

ABC, Fig. 24. ist ein viereckiches Brett, von etwa ohngefehr 8 Zollen ins Gevierte. An den 4 Ecken hat es Löcher, für eben so viele Schrauben, damit es an den Fensterladen, und zwar vor eine in demselbigen befindliche runde eines halben Schuhes weite Oefnung, festgemachet wird.

Mitten in diesem Brete, welches nach dem Festmachen am Laden, ein Stük von ihm ausmachet, ist eine runde Oefnung, darinn sich die Röhre D frey verdrehen lässet. Die Röhre passet in eine hölzerne Scheibe Ee.

In die Mitte der Scheibe wird ein Linsenglas, das etwa 2 Zoll im Durchmesser hat, und seinen Brennpunkt auf 9 Zolle weit wirft, eingesetzet. Ohnweit des Scheibenrandes sind zwey metallene Stifte F f eingestossen, welche den Spiegel Gg halten.

Nurbesagter Spiegel hat seinen Plaz aussen vor dem Fenster, und wirft das Sonnenlicht auf das nurgemeldete Linsenglas. Will man ihn weiter gegen die rechte oder lincke Hand verwenden, so darf man nur die Röhre D verdrehen; Soll er einen spitzigern oder stumpfern Winckel machen, so ziehet man nur an dem blechernen Züngelgen H, oder man drücket daran; folglich kann er allemahl gegen die Sonne gewendet und in Stand gesetzet werden, ihr Licht nach der Richtung der Röhre D zu werfen.

K ist eine Röhre, die man in die vorige einschiebet. Sie hat vorne ein Verdek von hartem Holze, oder Buchsbaum, mit einer runden vier bis 5 Linien weiten Oefnung in der Mitte. Unter der Oefnung wird ein plattes Zängelgen angeschraubet, und selbigem das Glas mit der Sache, die man betrachten will, zu halten gegeben, also, daß die Sache gerade vor die Oefnung komme, die Oefnung aber ist leicht in den Brennpunkt des großen Linsenglases zu bringen, weil man zu diesem Ende die Röhre nur so viel als nöthig, ausziehen darf.

An

An dem nurbesagten Verdecke gehet unten ein Hals herab, durch welchen man zwey messingene kurze Röhrgen stecket, jedwedes Röhrgen hält einen stählernen Stift, und muß zu diesem Ende, damit es stark andrücke, aufgeschlitzet seyn. An beede Stiftgen stecket man die Einfassung der kleinen Linse I, und lässet sich dieselbige durch gelindes Drükken mit dem Finger an den Stiftgen verschieben, folglich die Linse so nahe als zum Entwerfen eines deutlichen Bildes an der Wand nöthig ist, gegen die Sache rücken.

Bey dieser Einrichtung ist diese Bequemlichkeit, daß man die Sache nach Gefallen an Ort und Stelle bringen, und allemahl wahrnehmen kann, wenn der völlige Sonnenstrahl auf das bleyerne Verdek der Linse, oder vielmehr auf das darein gestochene Löchelgen falle, auf welche Weise denn dieser Vergrösserer für jedermann brauchbar wird.

Dieses also, wären die bekanntesten und gewöhnlichsten optischen Geräthschaften. Nun würde zwar freylich meine davon beygebrachte Beschreibung, für einen Leser, der sie entweder verfertigen oder zu grösserer Vollkommenheit bringen wollte, nicht hinreichend seyn, indem aber das gegenwärtige Buch bloße Anfangsgründe vortragen sollte, so ließ ich es billig dabey bewenden, daß ich die Ursache, warum sie diese oder jene Wirkung erzeigen, begreiflich zu machen suchte.

Ende des fünften Theils.

# Verzeichniß der hauptsächlichsten Materien.

## A.


Absprungen der Strahlen 107
= Unterscheid darinnen 119
Absprungswinkel 124 f.
Achsen, optische 389
Ansehen, was es sey 77
Anziehende Kraft 198
Auge, was es sey, 359. seine Theile 361 f.
Augen, empfindliche 64
= ob sie abwechseln 387
Augapfel 363
Augenlieder 365
Augenmaas 80
Ausgebogene Spiegel, ihre Eigenschaften 152
= wie sie vorstellen 154 f.
= wozu sie nützen 158


## B.


Baco 405
Balduins Phosphorus 34
Beccari, seine Versuche 29 f.
Berggipfel, warum sie kalt 154
Bewegung, wie man sie siehet 92 f.
= wenn sie unmerklich 95 f.
Bewegung des Lichts 36
Bild im Auge verkehrt 80
Brechen der Strahlen, 107. wenn es geschiehet, 186. im Wasser, 201. in der Luft, 203. seine Gesetze, 191. seine Ursache 200

# Verzeichniß der hauptsächl. Materien.


Brennpunkt, 163. wenn er eine Breite hat, 233. wie zu verkürzen, 240. wie zu bestimmen 314. 317
Brillen 404 f.

## C.

Cartesius 193. 257
Catoptrik 107
Choroidea 362
Crystall im Auge 364
Convergenz 48

## D.

Derbe Körper 108
Diamant, sein Spielen 313
Dinte, warum schwarz 354 f.
Divergenz 48
Dioptrik 184
Drache, fliegender 386
Dunkele Körper 120
Durchkreuzen der Strahlen 74
= am Sterne 76
Durchmesser der Sonne 131
Durchdringbarkeit der Körper 195
Durchsichtige Körper 112 f. 185. 194
, sind Lichtsiebe 296
Durchsichtigkeit 350

## E.

Einfaches Licht 286
Ekele Farben 342
Entfernung beurtheilen 59
Erhabene Spiegel 148

## F.

Farbe, was sie sey, 259. im Lichte, 261. wie ohne Prisma zu sehen, 301. im Gesichtssinne, 395. welche ausgehen, 342. der Körper, 260 f. 331. zufallige 398

Farben, prismatische, 267. sind unveränderlich 291. f. 295. Eigenschaften des Lichts 305
Fernrohre, 421. holländisches, 423. galiläisches, 424. astronomisches, 425. gregorisches, 429. 432. neutonisches 436
Fensterscheiben, farbichte 307. 310
Feuer aus den Augen 394
Fischaugen 370
Flache Spiegel, 137. können Hitze erregen, 176 240. wie sie das Bild zeigen, 139. wo? 139
Flamme, was sie sey 46
Fleischer 319
Flecken im Auge 63
Flecken im Gewande 341 f.
Früchte ändern die Farbe 345

## G.

Gährung ändert die Farben 347
Gelbsucht 393
Gemählde, unkenntliche 146. 179
Gemischte Spiegel 177
Gesez des Abspringens der Strahlen, 127. des Brechens der Strahlen, 191. für ausgebogene Spiegel, 152. für Hohlspiegel, 161 für das Verdünnen des Lichts 55
Gesichtsnerve, 361. seine Theile, ibid.
Geschwindigkeit, ihr Maas 94
Gestalt, 88. scheinbare ist veränderlich, ibid.
Gläserne Hohlspiegel belegen 174
Gleichlaufende Strahlen, ihr Abspringen von einem flachen Spiegel, 129. v. e. ausgebogenen, 149. Hohlspiegel, 159. ihr Brechen 209. 226. 246
Gold wird durchsichtig 348
Grösse einer Sache schätzen 84. 83
Grundfarben, 270. sind nicht vier, sondern sieben 298 f.

# Verzeichniß der hauptsächl. Materien.

## H.


Himmel, seine Gestalt 105
Hohlspiegel, was sie nützen, 164. gläserne, 173
metallene, 175 wie sie vorstellen 167
Hohlgläser, 252. dienen Kurzsichtigen, 410
ihre Wirkung, 252 f. vermindern die Deutlichkeit 256
Holz, so leuchtet 29 f.
Hornhäutgen, 362. sein Nutzen 369


## J.


Ignis lambens 28
Johanneswürmgen 23
Juwelenschmuk 313


## K.


Käfer, so leuchtet 24
Katzengesicht 65
Kegelförmiger Spiegel 181
Körper, durchaus helle, 329. haben unendlich viele Theile, 111. ihre Farbe, 260. tragen dazu bey, 326 f. sind durchlöchert, 111. warum sie sichtbar 114
Kircher 443
Krebse werden roth 342
Kreislauf des Geblütes sichtbar 448
Krümme, wenn unmerklich 97
Kugel zum Sehen, 235. vereiniget die Strahlen 237
Künstliches Sehen 403


## L.


Leinwand, so leuchtet 20 f.
Leuchtendes Holz 29 f.
Leuchtende Körper, 22. s. Phosphorus
Leuchtende Steine 17. 30. 33. 34
Leuchtende Thiere 24


Licht,

Licht, was es sey, 4. gleichartiges, 286. ungleichartiges, ibid. bricht sich ungleich, 262 ob es ausfliesse, 8. ist in und ausser den Körpern, 12. hat Zeit zur Bewegung nöthig, 36. springt ab, 113. welche Körper es leicht durchdringe 194 f.
Lichtgattungen 262 f.
Lichtkegel, 53. sind gerade 58
Lichtkügelgen 38
Lichtmaterie ist überall 110
Lichtstrahl, was er sey, 47. eigene Farben, 271 verschiedene Brechbarkeit, 271. 278. welche am leichtesten abspringen 282
Lichttheile, sind wesentlich unterschieden 268. 280. 285
Lieberkühn 446
Linsengläser, 238. bringen viele Strahlen ins Auge 244. vergrössern, 241. wie sie vorstellen 245
Luft, bricht die Strahlen, 203. Wirkung bey den Farben 343

## M.

Mahlerfarben 348
Mond, beym Aufgehen groß, 104 f. in Gegenwart der Sonne verfinstert 206
Mondlicht, wie dünne? 153
Muskelring 375
Myopes 377

## N.

Nähernde Strahlen, ihr Abspringen, 132. 148 160. ihr Brechen 212. 227. 247
Neuton 198. 263. 319
Nez im Auge 364

## O.

Oel, sein Lichtbrechen 196
Orseille 344

Operagucker 419
Optik 44

## P.

Papierne Brennspiegel 165
Perspektivkunst 90
Phosphorus, 13 f. wie vielerley, 23. künstliche 32
Planetenlicht, warum schwach? 153
Presbytæ 377
Prisma zerleget das Licht 266 f.
Prismatische Spiegel, 147. Farben 267
Purpurschnecke 343

## R.

Raritätenkästgen 419
Regenbogen, 318. seine Farben 323

## S.

Saure Säfte ändern die Farben 341
Schätzung der Entfernung, 83 f. des Raumes, 94. der Spiegelbilder 140
Scharfes Sehen 383
Schatten, 60. blauer 398 f.
Schaum, warum undurchsichtig 352
Scheidewasser löschet geschriebenes aus 356
Schiefes Auffallen der Strahlen 124
Schielen 390
Schwarz, was es sey, 270. 330. wie man es sehe 401
Sclerotica 362
Sehen, was es sey, 78. 359. natürliches, 360 in mancherley Entfernung 373. 380
Sehewinkel, 80. ihre Grösse, 82. schätzen die Grösse einer Sache, 97 Ausnahme dabey 98. 103
Sonne, beym Aufgehen groß, 104. ihre eyrunde Gestalt, 206. rothe Farbe 356
Sonnenvergrösserer, 446. neue Einrichtung 449
Spiegel, was sie sind, 120. ehemalige, 136. gläserne, 136. falsche, 140. flache, 137. prismatische, 146. Pyramidenförmige 146

Spiegel, ihre Gestalt, 128. Nutzen, 135. wie viel sie zeigen, 141. wie zu stellen 143
Springwasser, seine Farben 325
Staar 392
Stab im Wasser 201
Stern im Auge, 360. 363. sein Nutzen 371
Sterne, erscheinen wo sie nicht sind 203
Strahlen, von was sie abspringen, 108. Unterscheid ihrer Ordnung, 128. wie alle aufzufangen, 357. wie sie auffallen, 121. ihr Zusammenfallen 242
Strahlender Punkt 57

## T.

Tagelicht, warum ohne Farbe 302
Telescopia 421
Thiere, ob sie sehen wie wir 101 f.
Tuch zweymahl gefärbet 358

## U.

Uebung bey dem Sehen 100
Ungefärbte Materien machen Farben 339
Urtheilen zum Sehen nöthig 98. f.
Uvea 362

## V.

Verdünnung des Lichts 67
Verfinstertes Gemach 413
Verlaufende Strahlen, ihr Abspringen v. e. flachen Spiegel, 132. erhabenen, 149. Hohlspiegel, 160. ihr Brechen 213. 229. 248
Vergrösserer, 435. einfache, ibid. zusammengesezte 439
Vermischtes Licht 286
Vervielfältigende Gläser 225
Vervielfältigung der Spiegelbilder 145

# Verzeichniß der hauptsächl. Materien.

## W.

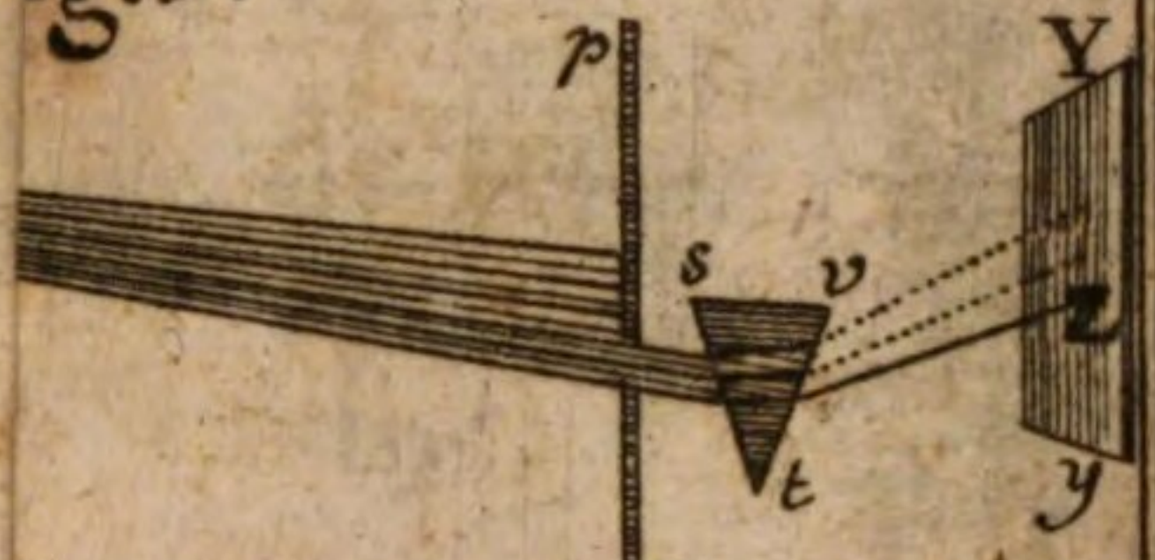

Wallgucker 418
Walzenspiegel 178
Wasser, sein Strahlenbrechen, 201 f. 221. wenn ein Prisma 312
Wasserbogen 311
Wassertröpfgen vergrössert 437
Wasservögel, leicht zu fehlen 85
Wässerige Feuchtigkeit im Auge 370
Weisse Körper 330
Wiesen, gefärbte 325
Wirkliche Farben 398


## Z.


Zauberlaterne, 442 f. mit beweglichen Bildern] 446
Zellen im Auge 364
Zufällige Farben 398
Zurükwerfende Kraft 108. 113
Zwischenräumen, Ursache der Farben 339

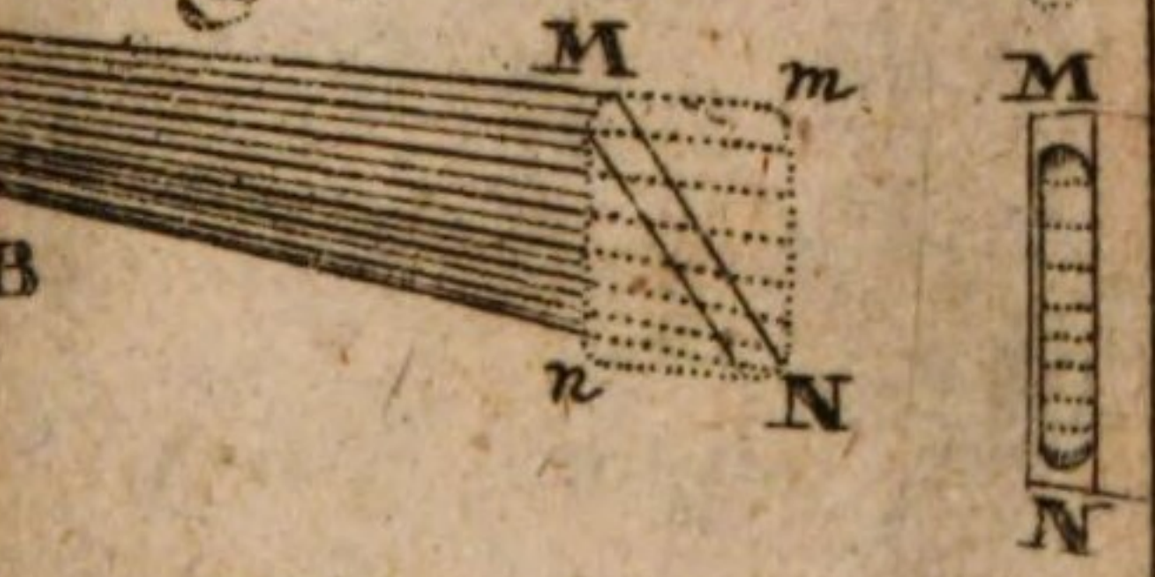

S. 56. L. 19. erleuchtend, l. erleuchtet.
S. 337. L. 4. zerfallenen, l. zerflossenen.
eod. L. 16. grüner, l. grün.

ig. 5.




ig. 3.

Fig. 4.




ig. 2.

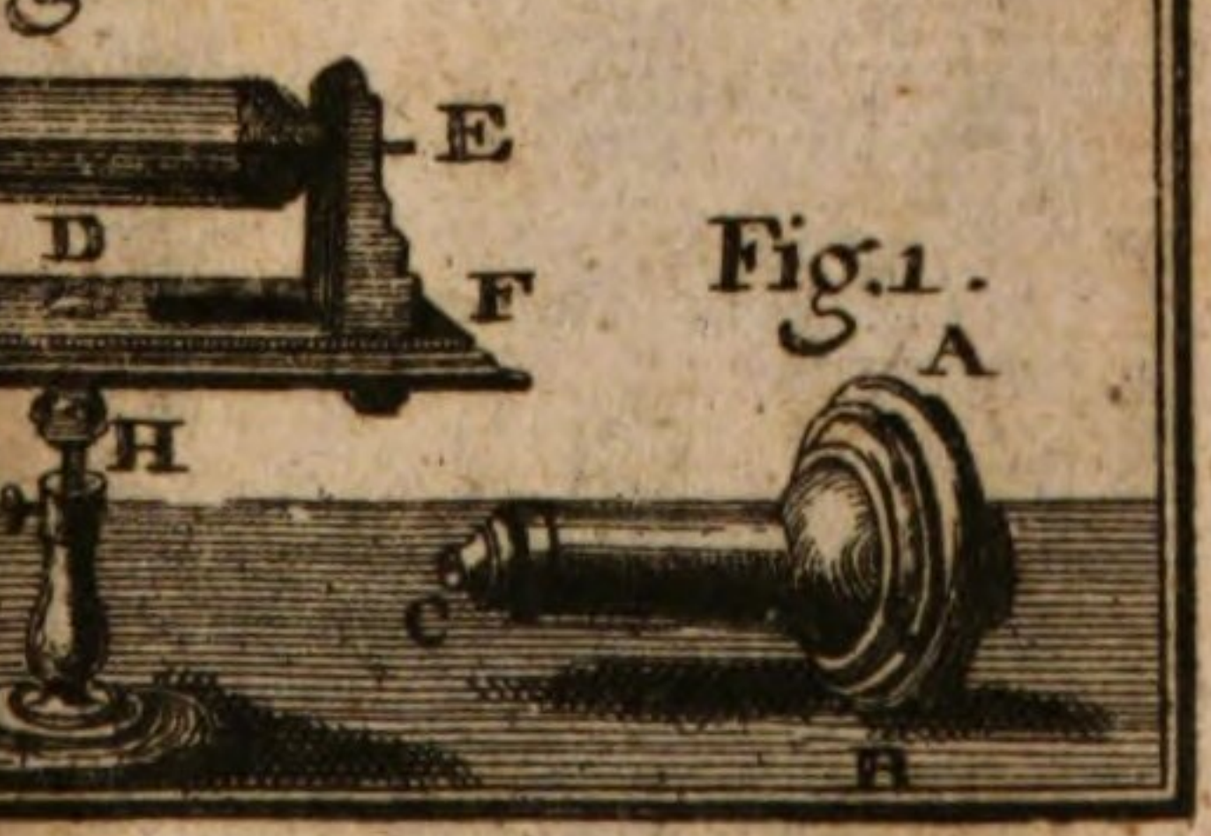



Fig. 1.

Fig. 9.

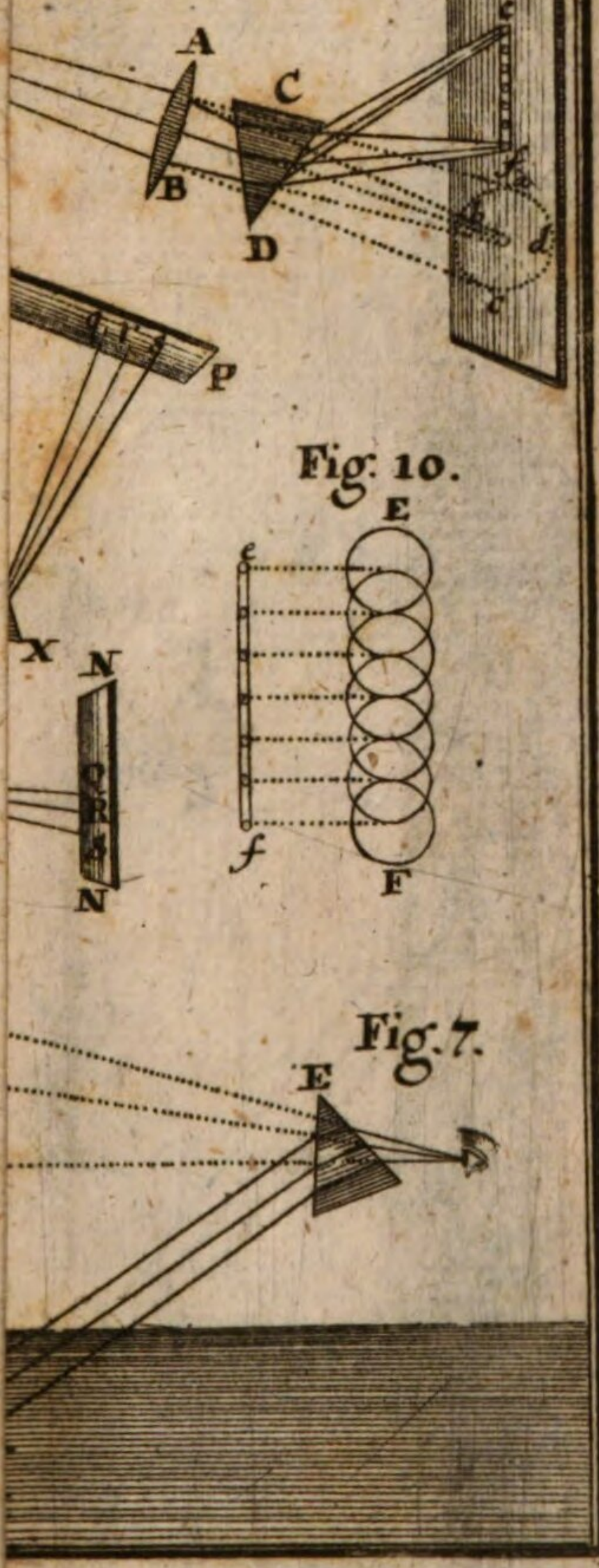



Fig. 10.

Fig. 7.

Fig. 15.

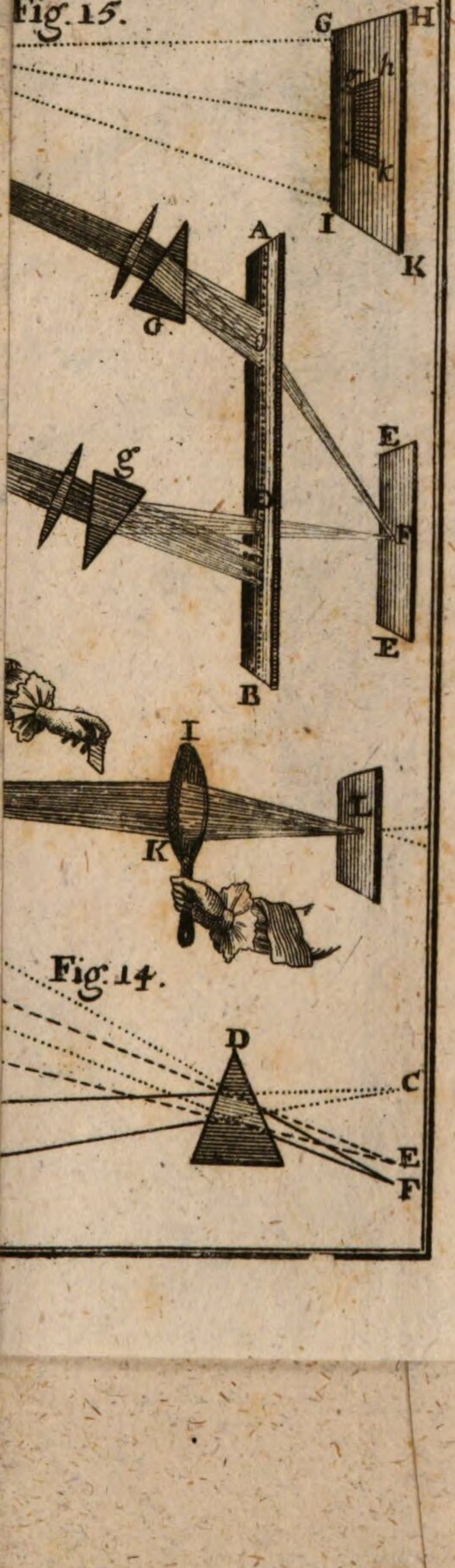


Fig. 16.

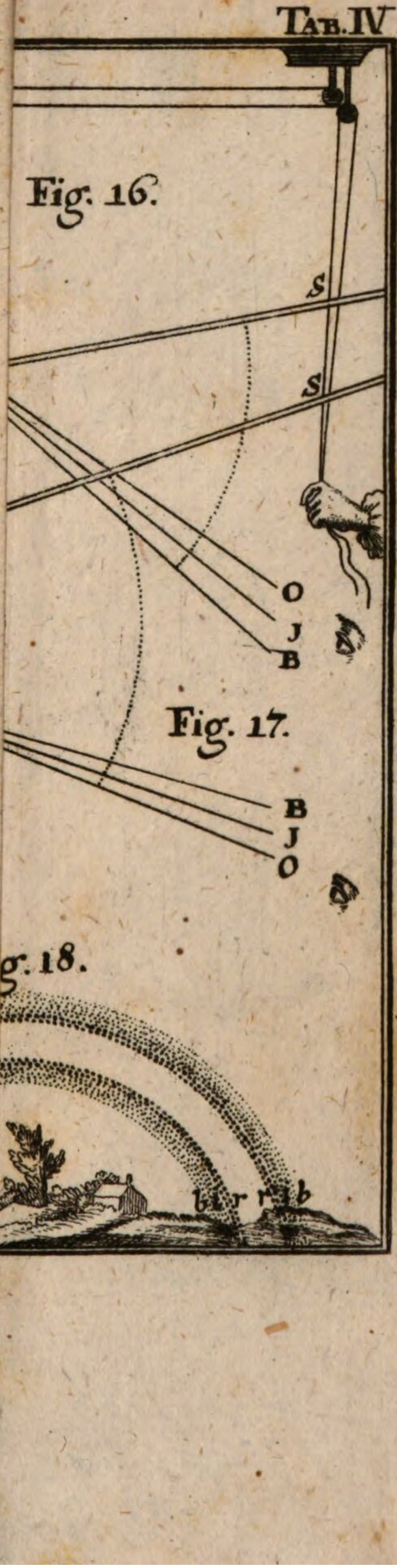



Fig. 17.




g. 18.

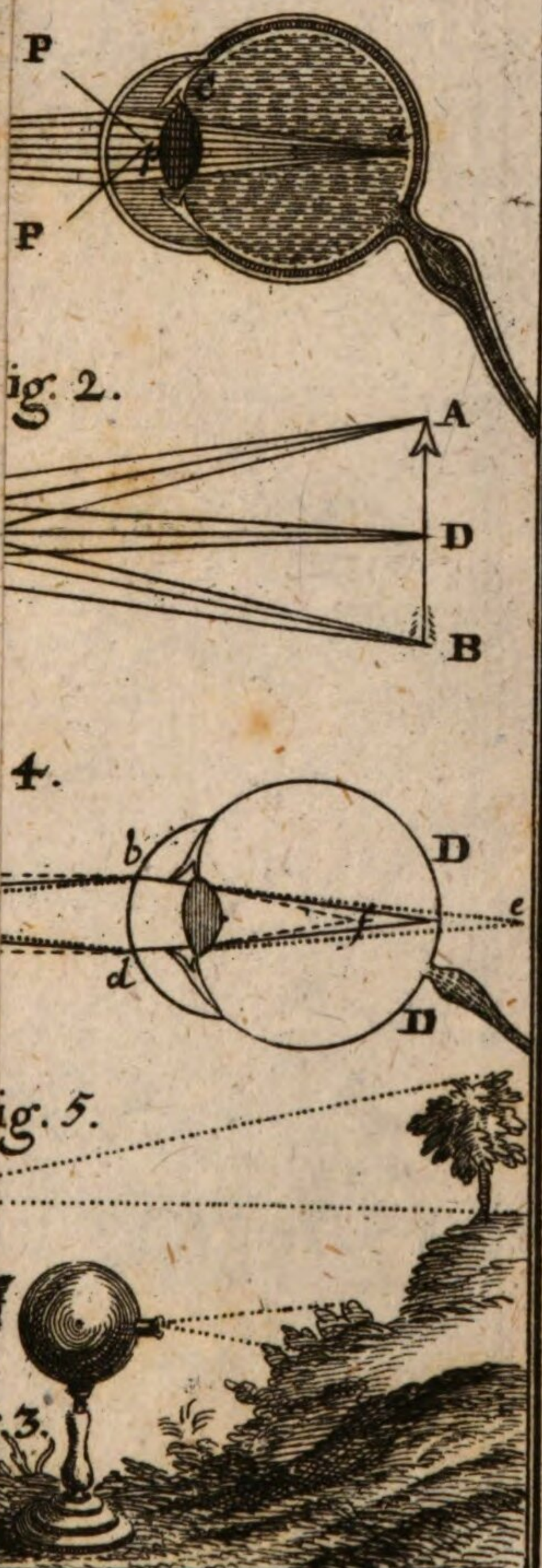



Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 3.

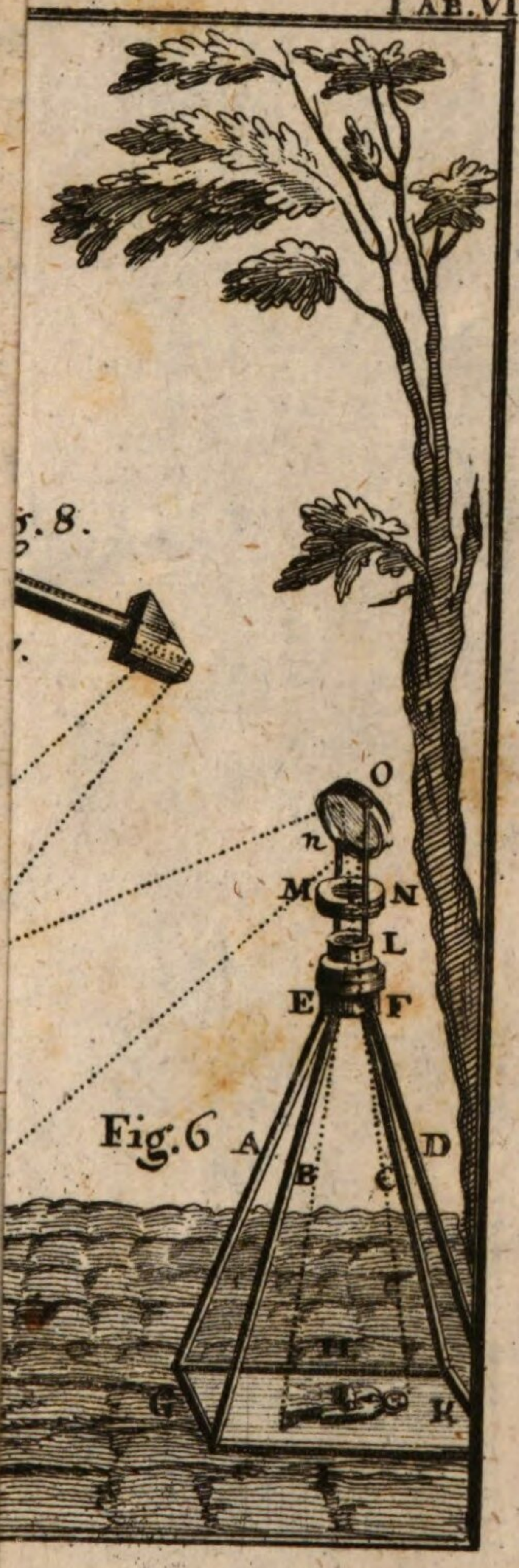



Fig. 6

Fig. 11.

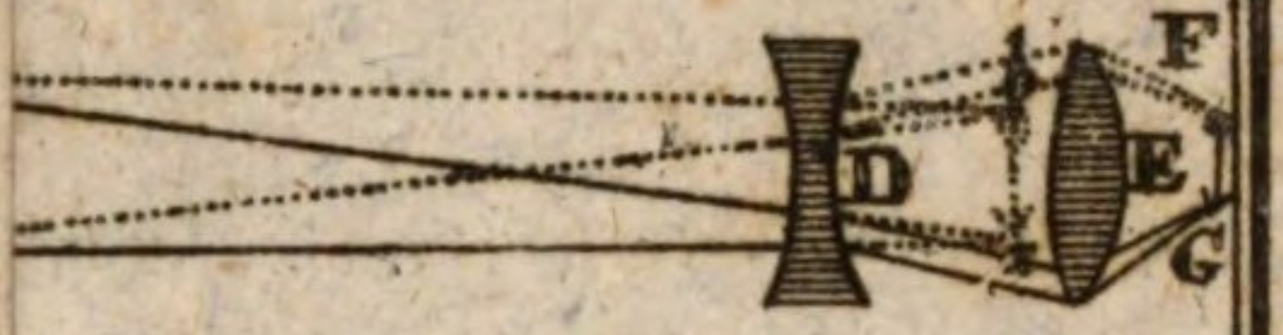
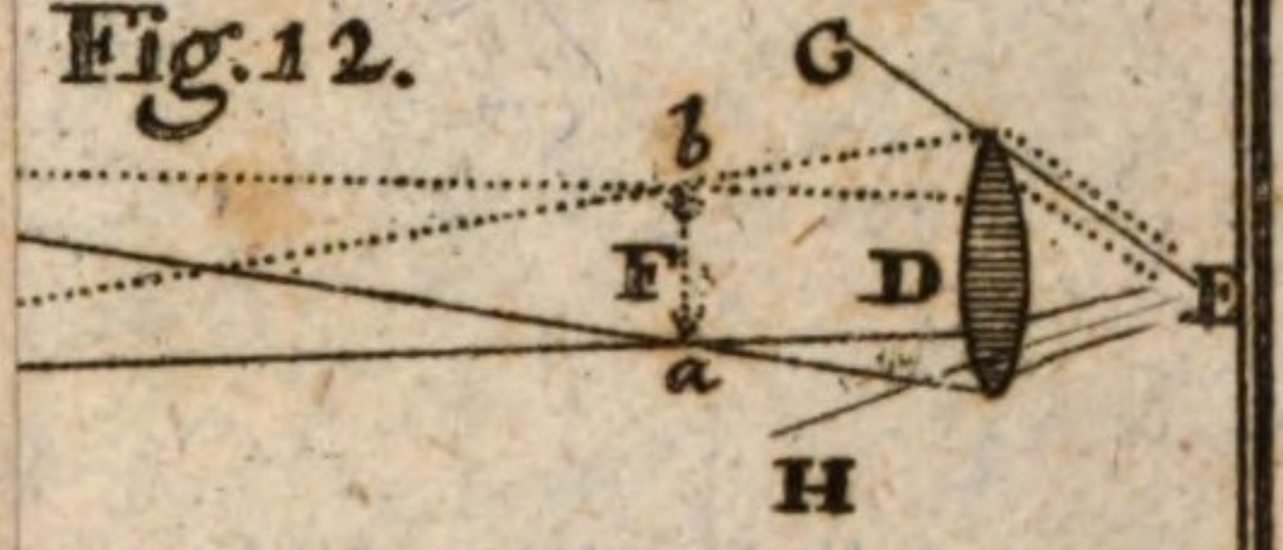



Fig. 12.




g. 13.

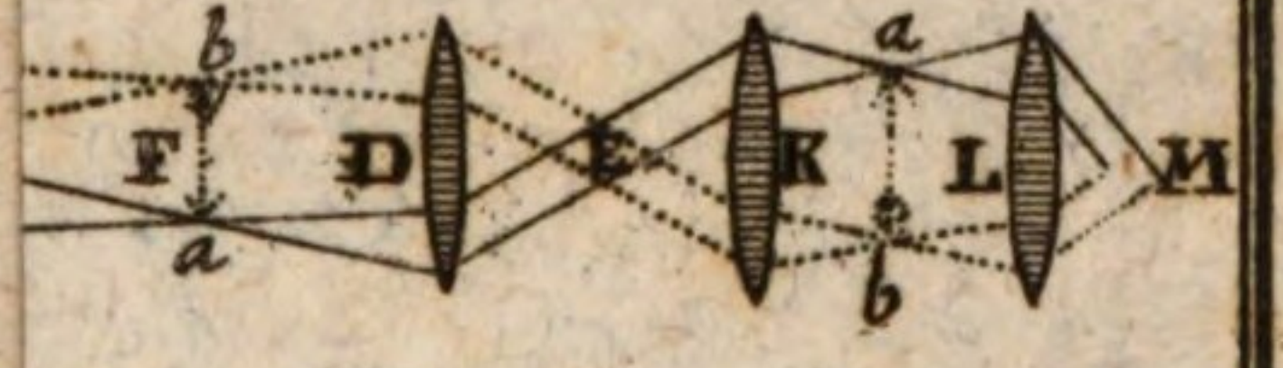



Fig. 9.

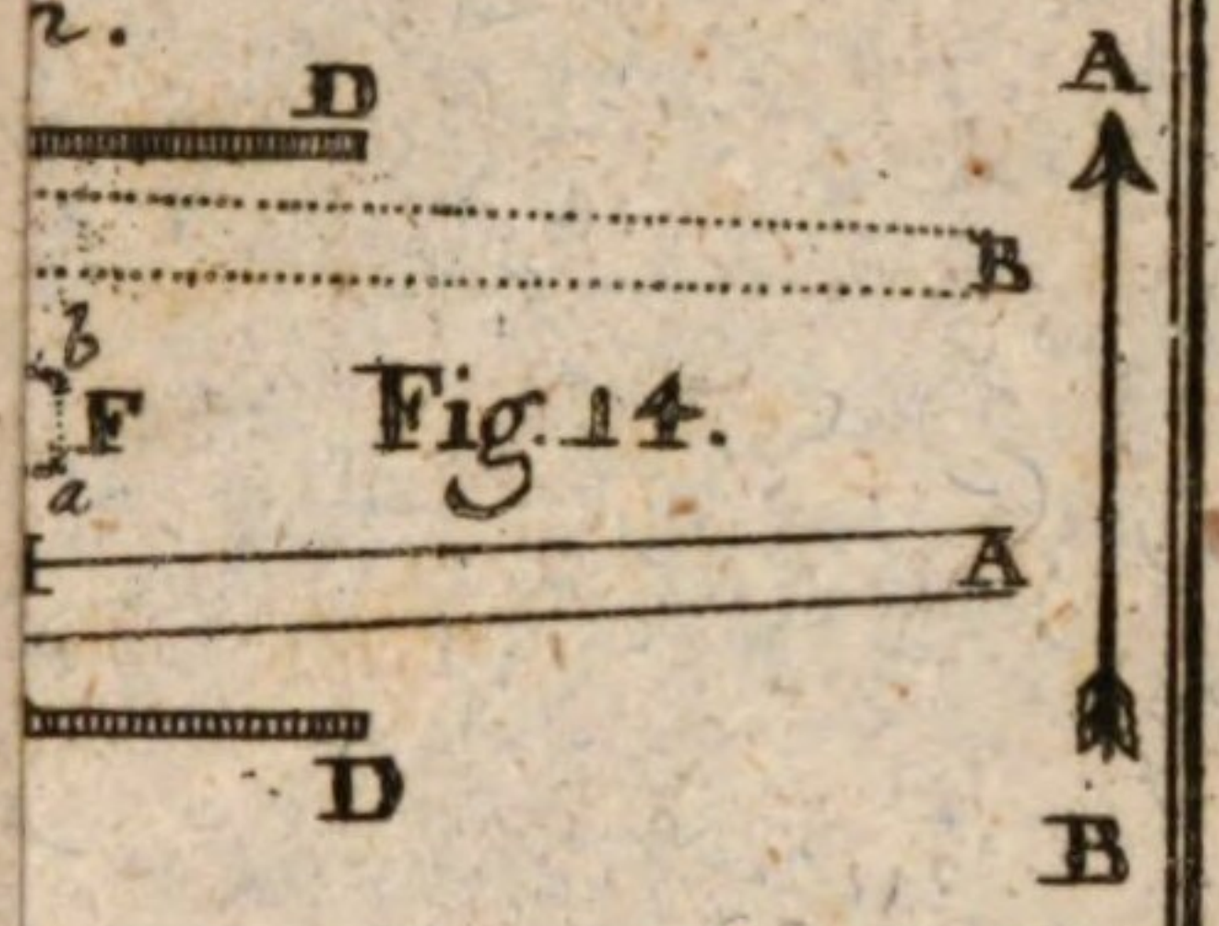
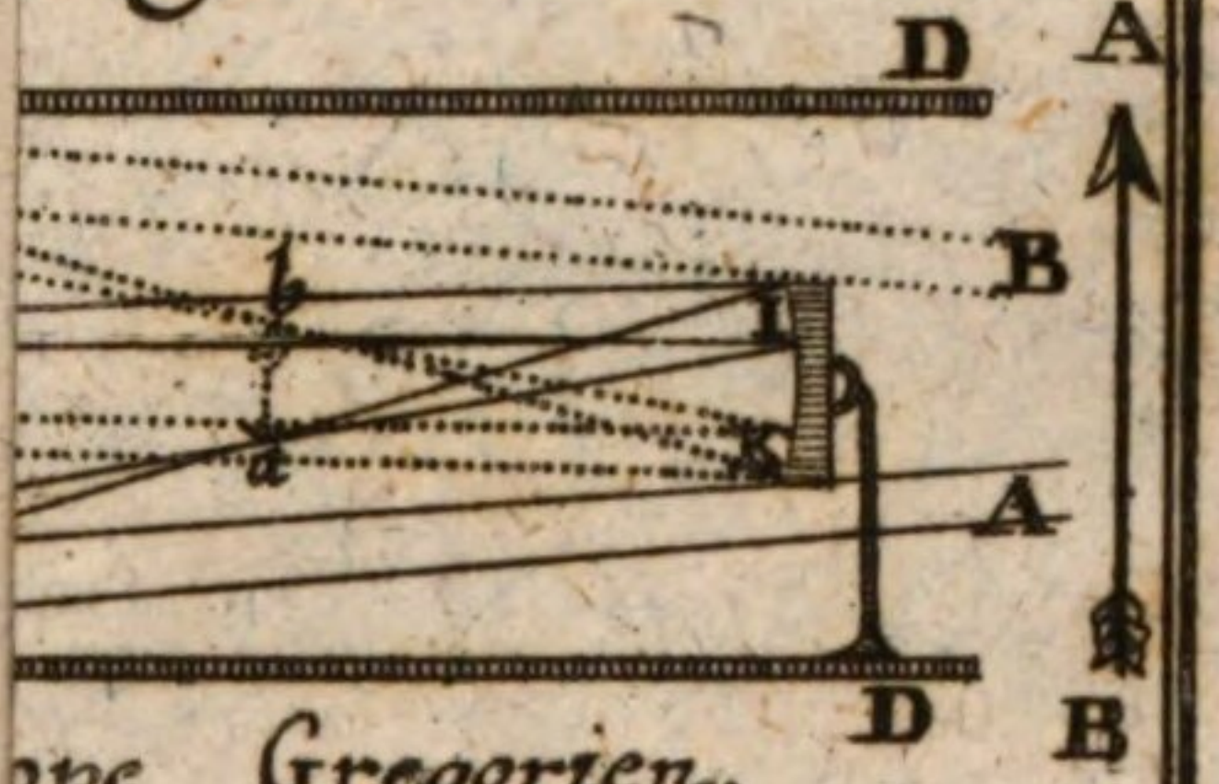



Fig. 14.

Fig. 16.




ope Gregorien.

Fig. 15.

g. 18.

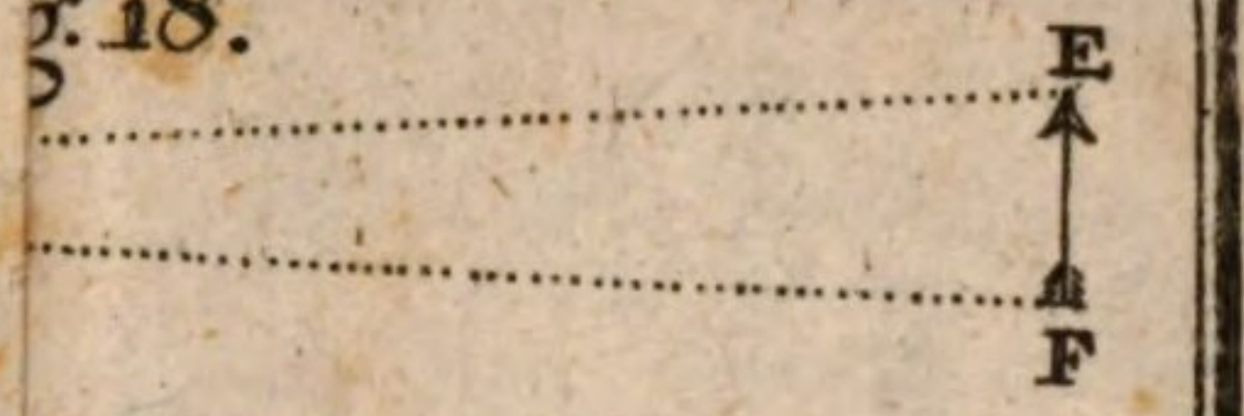
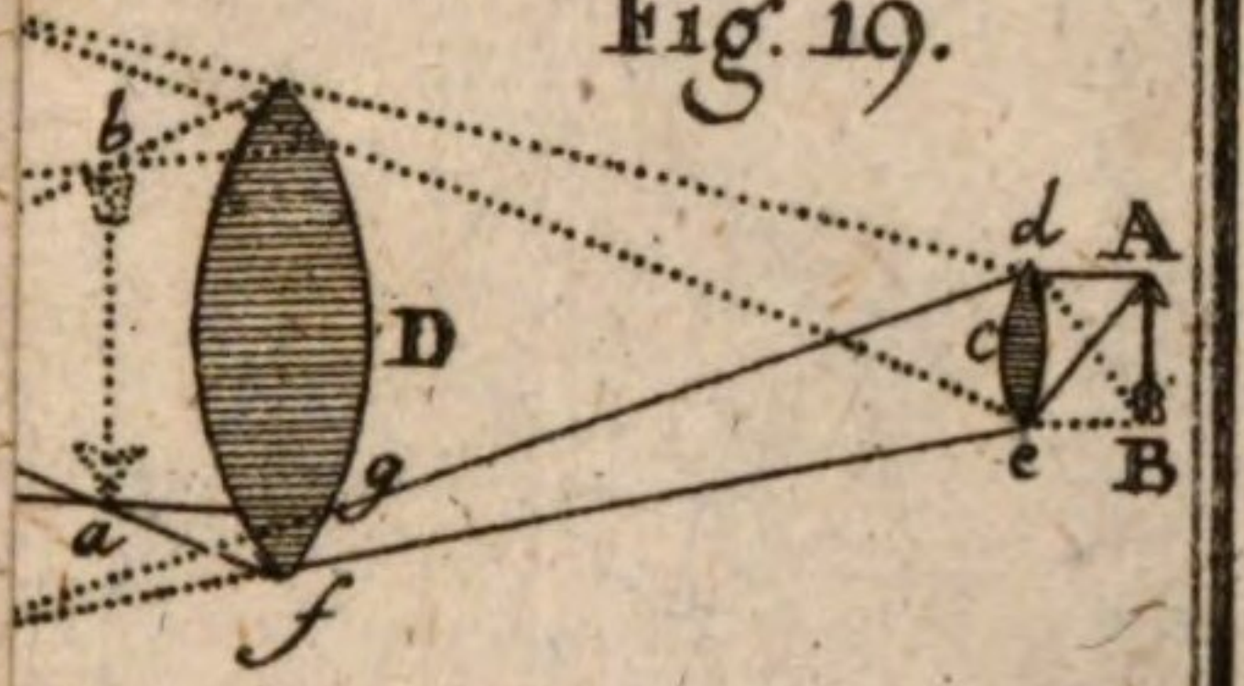



Fig. 19.



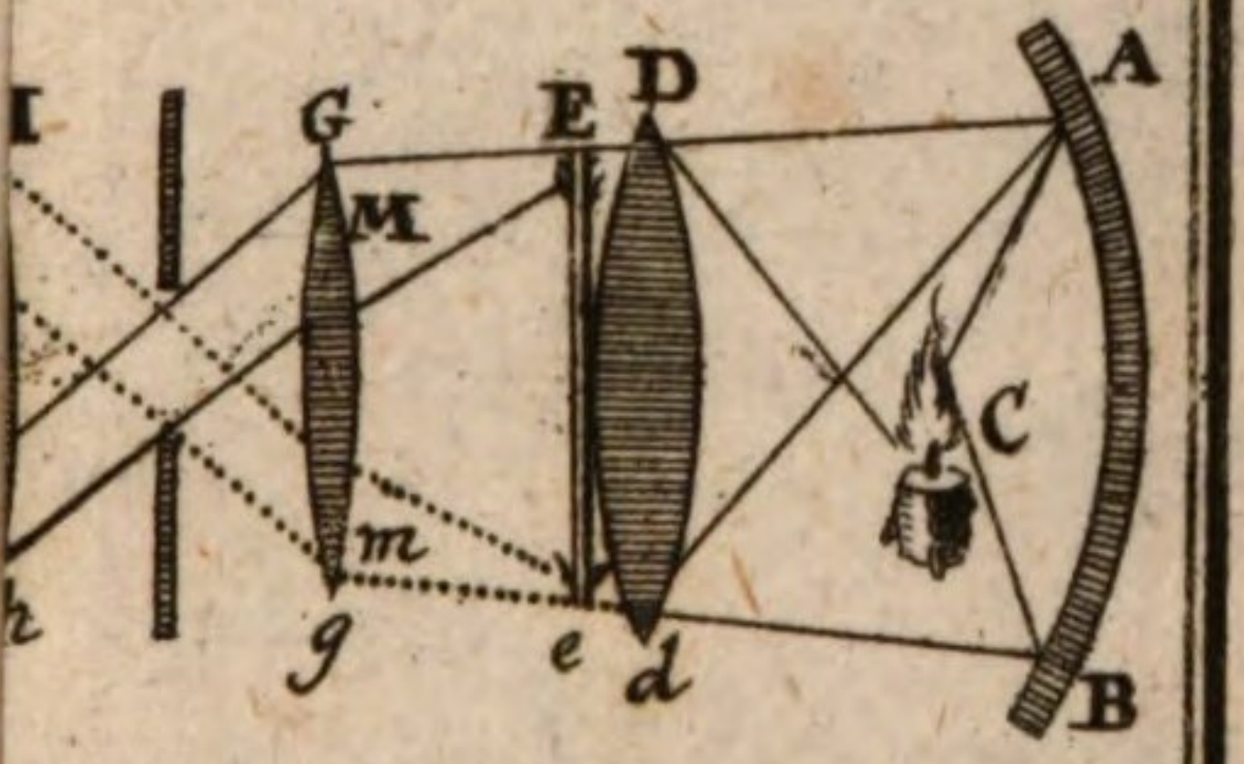




Fig. 20.

Werner sc.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Nollet, Jean Antoine,

Des Herrn Abts J. A. Nollet, Mitglieds der beyden Königlichen Frantzösisch- und Englischen Societäten der Wissenschafften, Vorlesungen über die Experimental-Natur-Lehre
Bd.: 5

Erfurt [ca. 1765]

Phys.g. 331-5
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131717-2
VD18 80304435